Das

Entwickelungsleben

im

Wirbelthier-Reich.

Dargestellt

von

Dr. **Karl Bogislaus Reichert.**

Mit fünf Kupfertafeln.

Berlin,
Verlag von August Hirschwald.
1840.

Die Physik der Entwickelung und des Lebens der Zellen in den organischen Körpern wird die Grundlage für die Theorie der zusammengesetztesten Erscheinungen der pflanzlichen und thierischen Vegetation werden.

J. Müller, vom Seelenleben. S. 522.

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY
WOODS HOLE
LIBRARY
MASS.

Seinem hochgeehrten Lehrer,

dem Herrn

Dr. Johannes Müller,

Professor der Anatomie und Physiologie an der Universität und der medizinisch-chirurgischen Militair-Akademie zu Berlin, Ritter des rothen Adler-Ordens etc. etc.,

aus Achtung, Dankbarkeit und Liebe

der Verfasser.

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY
WOODS HOLE
LIBRARY
MASS.

Vorwort.

Die Entwickelung der Wirbelthier-Embryonen ist bisher in der Art von uns betrachtet worden, als ob eine bestehende Frucht-Anlage, eine Keimhaut vorhanden sei, und der Dotter nur in die Kategorie eines Nahrungsmittels für dieselbe gehöre. Von diesem Gesichtspunkte ausgehend, hat in neuerer Zeit die Theorie sich geltend gemacht, dafs die Keimhaut zunächst in zwei Blätter getrennt werde, in das seröse und Schleimblatt, welche für die Gebilde des animalen und vegetativen Systems bestimmt seien. Zwischen beide soll während der Entwickelung das Gefäfsblatt hinzutreten, und dem Herzen, den Gefäfsen, dem Blute, der inneren Sphäre der Geschlechtstheile, dem Lymphsystem, den Nebennieren etc. die Grundlage geben.

Unerachtet der so scharfsinnigen Durchführung der bezeichneten Theorie in der Entwickelungsgeschichte hat es nicht an mannigfachen Widersprüchen und Zweifeln gefehlt. Auffallend ist mir eine Bemerkung von K. E. v. Bär, der als Repräsentant der herrschenden Theorie genannt werden kann, indem derselbe anführt (Burdach's Phys. Bd. 2. S. 361), dafs man es als Beobachtung unentschieden halten müsse, ob die eigentliche Bauch- oder Visceralplatte nicht auch dem Gefäfsblatte ihren Ursprung verdanke. Diese Worte, auf welche andere Embryologen keine Rücksicht mehr genommen, dürfte bei so kräftig dastehenden Gebilden die Feststellung eines serösen Blattes als Grundlage des ganzen animalen Systems in der That sehr wankend machen. Bei der Thymus, bei der Schilddrüse, bei der Milz, beim Lymphsystem, bei den Geschlechts-Organen, bei den Nebennieren ist es stets zweifelhaft geblieben, von welchem der genannten Keimblätter die Entstehung herzuleiten sei. Vor ungefähr zwei Jahren hatte Herr Professor Joh. Müller, auf Veranlassung

einiger meiner Untersuchungen über die Entwickelung des Kopfes der Wirbelthiere, Gelegenheit genommen, mir brieflich sein Bekenntnifs dahin auszusprechen, dafs die Durchführung zweier gesonderter Keimblätter für das ganze animale und vegetative System besonders in der Schlundgegend unübersteigbare Hindernisse darbiete, und dafs es der Natur wohl nicht um eine derartige, strenge Isolirung von Keimblättern zu thun sein möchte. H. Rathke hat neuerdings in seiner Entwickelungsgeschichte der Natter (S. 22) erklärt, dafs die Muskelhaut des Darmkanals als eine partielle, weitere Ausbildung des Gefäfsblattes der Keimhaut angesehen werden müfste. Eigene Untersuchungen haben mich öfter gegen die herrschenden Ansichten von der Entstehung des Kiemen- und des Lungen-Systems auftreten lassen.

Solche Beobachtungen im Widerspruch mit der angenommenen Theorie, und die zweifelnde Aeufserung unseres so scharfblickenden Physiologen mögen das Bedürfnifs einer neuen Bearbeitung der Entwickelungsgeschichte zur Gnüge herausstellen. In vorliegenden Blättern gebe ich den Plan zu einer Entwikkelung der Wirbelthier-Embryonen, welcher nicht von einer Keimhaut und von Keimblättern ausgeht, sondern den Dotter zu dem wesentlichen Bildungsmaterial des Thieres erhebt. Die Auffassung und Durchführung dieses Planes der Entwickelungsgeschichte ist so verschieden, dafs ich mich genöthigt sehe, auf Widerlegungen so wenig als möglich einzugehen. Wo ich nicht umhin konnte, bin ich auf K. E. v. Bär zurückgekommen, welcher der Entwickelungsgeschichte die erste wissenschaftliche Grundlage gegeben, und dem die späteren Embryologen mehr oder weniger gefolgt sind. Ich möchte nicht die Schuld auf mich geladen haben, diesem so achtungswerthen Naturforscher nahe getreten zu sein; ich bekenne offen, dafs ich noch zur jetzigen Stunde v. Bär's Entwickelungsgeschichte des Hühnchens mit grofser Ehrfurcht in die Hände nehme, und den Scharfsinn, den Gedanken-Reichthum bewundernd durchblättere. Wer wollte es auch verkennen, welchen Fortschritt die Wissenschaft ihm zu danken habe? Wer wollte es überhaupt übersehen, dafs die Gegenwart auf den Schultern der Vergangenheit ruhe, dafs der beobachtende Geist des Menschen von dem herrschenden, literarischen Zeitgeiste regiert werde, und, um auf gediegener Bahn den Fortschritt der Wissenschaft zu för-

dern, auch regiert werden müsse? Mit der Tendenz des literarischen Zeitgeistes geirrt zu haben, thut der Würde des Mannes keinen Eintrag; entehrend ist nur, mit eigner Schuld im Irrthum zu verharren.

Zwei glückliche Umstände haben meine Beobachtungen unterstützt. Zunächst gehört hierher, dafs ich meine Untersuchungen zuerst an den Fröschen unternahm. Nach meinen bisherigen Erfahrungen ist kein Thier geeigneter, die Untersuchungen zu erleichtern und unser Prinzip der Entwikkelung zu veranschaulichen, als eben der Frosch wegen der Konsistenz seines Dotters und der ersten embryonischen Anlagen. Der zweite, sehr wichtige Umstand betrifft die grofsartigen Entdeckungen Schleiden's und Schwann's von dem kleinen Zellen-Organismus, dem elementaren Gebilde der Pflanzen und Thiere. Der Fortschritt, welchen die Physiologie dadurch gewonnen, ist kaum zu übersehen. Doch nirgends war dieses Bedürfnifs fühlbarer, als in der Bildungsgeschichte der zusammengesetzten Zellen-Organismen. Andererseits kann man aber auch behaupten, dafs die Theorie der Zelle ihre wesentliche Grundlage in der Entwickelungsgeschichte der Pflanzen und Thiere findet. Erst vertraut mit der Bildungsgeschichte des Frosches, und bekannt mit der wichtigen Rolle, welche die Zelle im Entwickelungsleben der Thiere spielt, war es mir möglich, die schwierigen Verhältnisse zu überwinden, welche sich in der Bildungsgeschichte des Hühnchens der Beobachtung entgegenstellen. In der That, wer mit dem Hühnchen und den höheren Wirbelthieren überhaupt seine Untersuchungen beginnt, dem kann man es nicht verargen, wenn er an einer Keimhaut und an Keimblättern festhangen bleibt.

Noch Eines mufs ich bevorworten. Der Gang der Entwickelung des Embryo, und die Kenntnifs von dem gemeinschaftlichen Zellenleben der zusammengesetzten Organismen haben mich veranlafst, bei der Auffassung, bei der Eintheilung und Durchführung der Bildungsgeschichte des Thieres nicht weniger das physiologische, als das morphologische Interesse wahrzunehmen. So geschah es, dafs ich zu Ansichten von mehren physiologischen Prozessen gelangte, welche von jenen aus dem freien Leben des Thieres entnommenen zuweilen abweichen. Es betrifft dieses besonders den plastischen Prozefs, insoweit derselbe in den gemeinschaftlichen Zellen-Organismen unabhängig

von den, durch das freie Leben gegebenen Bedingungen besteht, durch die Ernährung der embryonischen Gebilde, durch die Aneignung und Ausscheidung von Stoffen sich zu erkennen giebt, und durch das Blutsystem unterhalten wird. Ich habe mich hier nur durch die oft so merkwürdig auftretenden Erscheinungen des Entwickelungslebens selbst leiten lassen, und aufserdem die Grundgesetze im Auge behalten, welche wir von dem elementaren Zellen-Organismus kennen gelernt. Bald zeigten sich hier die zur Erläuterung plastischer Prozesse so oft benutzten Gesetze der Imbibition, der Endosmose, Exosmose etc. ungenügend. Die Unzulänglichkeit dieser Vorstellungen ist von den Physiologen schon öfter gewürdigt; durch die Zelle wird uns aber erst das Mittel gegeben, vollkommen gesichert dagegen aufzutreten. „Jedes Organ giebt nur die Erscheinung, welche seiner Energie angemessen ist“: dieses sind die von A. v. Humboldt ausgesprochenen Worte, deren Wahrheit sich von neuem an dem elementaren Zellen-Organismus offenbart. An der lebendigen Wand der an jedem Punkte des zusammengesetzten Organismus gegenwärtigen Zelle scheitert die blofse Leitung der Qualitäten nicht weniger materieller als immaterieller Stoffe. Was auch auf die Zelle und auf die aus Zellen zusammengesetzten Organismen einwirkt, das wird, sei es metabolisch oder plastisch, nur so aufgenommen, wie es der Energie der Zelle und den Organen und Systemen des zusammengesetzten Zellen-Organismus genehm ist.

Berlin, im Mai 1840.

Reichert.

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY
WOODS HOLE
LIBRARY
MASS.

Inhalt.

Seite

Das Entwickelungsleben im Wirbelthier-Reich 1

I. Entwickelungsgeschichte des Frosches 5

Erster Abschnitt.

Der Dotter des Frosch-Eies 5

Zweiter Abschnitt.

Die Entwickelung des Frosches 8

A. Die Entwickelung des Dotters zur Froschlarve 8

Die Umhüllungshaut für den zum Embryo sich entwickelnden Dotter 10
Das animale System 12
Weiterer Fortgang der Entwickelung 15
Das Blut-System 19
Der weitere Fortschritt in der Entwickelung des animalen Systems 28
Das Darm-System 33
Das Darmhaut-System 35
Die Schleimhaut 39
Das Mesenterium 49
Die Leber- und Pankreas-Anlage 51
Kurze Uebersicht der allgemeinen Entwickelungs-Vorgänge behufs der Larvenbildung des Frosches 58
Der Ernährungsprozefs 60

B. Die Entwickelung der Froschlarve zum entwickelten Thiere 67

Das animale System 68
Das Blut-System 72
Das Darm-System 80

II. Entwickelungsgeschichte des Hühnchens 86

Erster Abschnitt.

Der Dotter des Hühner-Eies 88
Die Keim-Anlage 88
Die Zellen der Dotterhöle 90
Die Dotter-Substanz 93
Die Intercellular-Substanz und die Fettzellen des Dotters 96
Ueber das genetische Verhalten des Dotters 98

Zweiter Abschnitt.

Die Entwickelung des Dotters zum Hühnchen 100

Seite

A. Die Entwickelung des Embryo direkt aus dem Dotter ohne Vermittelung des Blut-Systems 102

I. Die Anlage des Embryo 102

Die Anlage der Umhüllungshaut 102
Die Anlage des Central-Nervensystems 104
Die Wirbelsaite und die mittlere Membran (*Membrana intermedia*) 106
Die Anlage der Schleimhaut 111

II. Die Ausbildung der Anlagen des Embryo für die Entwickelung aus dem Dotter vermittelst des Blut-Systems 113

Die Umhüllungshaut 115
Das Central-Nervensystem 117
Die Wirbelsaite 121
Die *Membrana intermedia* 122
a. Die *Membrana intermedia* in ihrem vermittelnden Verhalten bei der ferneren Entwickelung des Embryo aus dem Dotter (Rindenschicht) 124
b. Die *Membrana intermedia* als vermittelndes Glied bei der ferneren Ausbildung des Embryo für das geschlechtliche Leben 131
Das Wirbel- und Haut-System 133
Das Blut-System 137
Die Schleimhaut 149
Kurze Uebersicht der Bildungsvorgänge in der ersten Epoche des Entwickelungslebens 152

B. Die Entwickelung des Hühnchens aus dem Dotter durch Vermittelung des Blut-Systems 154

I. Das Larvenleben des Hühnchens 156

Das Wechselverhältnifs des Embryo und des Dotters 156
Das animale System 158
Das Amnion 164
Das Blut-System 179
Die Allantois 186
Das Darm-System 195
a. Das Darmhaut-System 195
b. Die Schleimhaut 205
Rückblick auf das Larvenleben des Hühnchens 206

II. Die Larven-Metamorphose des Hühnchens 206

Das Wechsel-Verhältnifs des Embryo und des Dotters 208
Das animale System 214
Das Blut-System 223
Das Darm-System 231
Die Enthüllung des Hühnchens 249

Beschreibung der Kupfertafeln 250

Das

Entwickelungsleben

im

Wirbelthier-Reich.

Das Prinzip, welches uns bei der Entwickelung des Wirbelthieres geleitet, besteht nicht in der bisherigen Annahme einer Keim-Anlage oder Keimhaut, die allein in sich die Kraft zur Produktion des Embryo enthält, während der Dotter nur eine Art Ernährungsmittel für dieselbe bilden soll; sondern es beruht vielmehr auf der Auffassung des Dotters als des Sammelplatzes fast chaotisch vereinter Atome (Dotter-Zellen), welche als kleine, einfache Organismen selbstthätig unmittelbar oder mittelbar allmählig sich zu einem höheren Organismus (Embryo) aggregiren oder metamorphosiren. Die elementaren Bestandtheile des Dotters, die Dotterzellen, greifen also selbstständig in die Entwickelung des Thieres ein, und formiren entweder durch direktes Zusammentreten, oder nach vorangegangener Metamorphose, die Systeme und Organe des Embryo. Diese Entwickelungsweise ist bei den wirbellosen Thieren zum Theil wenigstens schon beobachtet worden; die physiologische Grundlage und Auffassung konnte ihr aber erst zu Theil werden, nachdem Schleiden*) und Schwann**) die grofsartigen Entdeckungen von dem gemeinschaftlichen Zellenleben der höheren Organismen gemacht haben.

Schwann hat gezeigt, dafs das Eichen der Thiere eine grofse Mutterzelle vorstellt, dafs die Dotterhaut die Zellen-Membran, das Keimbläschen den

*) Beiträge zur Phytogenesis in Müller's Archiv. 1838. pag. 137 u. ff. Taf. III u. IV.

**) Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Struktur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen. Mit 4 Kupfertafeln. Berl. 1839.

Zellenkern und der Dotter selbst den Zellen-Inhalt (Kytoblastem) repräsentirt. Wie nun bei der einfachen Mutterzelle in der Höhle auf Kosten des Zellen-Inhaltes nach dem Hinschwinden des Zellenkernes die junge Zellen-Generation sich hervorbildet, endlich grofs und reif geworden, während die Mutter zu Grunde geht, frei und selbstständig auftritt; ebenso sehen wir bei der Eizelle in der Höhle der Dotterhaut den Embryo aus dem Dotter sich entwickeln, und, während früh schon das Keimbläschen, später auch die Dotterhaut resorbirt worden, allmählig seine Selbstständigkeit erringen. Sowohl die allgemeine Einrichtung der Eizelle als die wesentlichsten Erscheinungen bei der Entwickelung des Embryo zeigen daher eine auffallende Uebereinstimmung mit der einfachen Mutterzelle und deren Erzeugung junger Generation.

Doch dürfen wir auch die Unterschiede nicht übergehen. Der Zellen-Inhalt einer einfachen Mutterzelle besteht aus Körnchen und Kügelchen mit Molekular-Bewegung, ferner auch aus Kügelchen von länglicher oder runder Form ohne solche Bewegungs-Fähigkeit, und aufserdem aus einem Kytoblastem von flüssiger Beschaffenheit, welches in dem Maafse überwiegt, als die bezeichneten Körperchen an Zahl zurückstehen; in allen Fällen läfst sich aber bis jetzt keine Struktur an den Bestandtheilen des Zellen-Inhaltes nachweisen. Wenn nun die junge Zelle sich entwickelt, so haben wir noch nicht beobachten können, dafs die Körperchen direkt zur Bildung verwendet werden; ja die Kügelchen ohne Molekular-Bewegung lösen sich augenscheinlich auf. Die junge Zelle erscheint daher fast wie ein Krystallisations-Produkt des flüssigen Kytoblastems und der sich auflösenden Körperchen. Anders ist es bei der Eizelle. Der Zellen-Inhalt (Dotter) wird hauptsächlich durch Zellen gebildet, und wir können den unmittelbaren Uebergang dieser einfachen, selbstständigen Organismen in die Systeme und Organe des Embryo verfolgen. Der Generations-Prozefs einer einfachen Mutterzelle hat es daher nur mit einer strukturlosen Substanz zu thun, und bezieht sich auf die Bildung eines Zellen-Kerns und einer Zellen-Membran, der einfachen Bestandtheile einer Zelle, in welchen die Grundkräfte des organischen Lebens (im Gegensatz zur anorganischen Natur) fast ohne Sonderung in dem allgemeinen Ganzen wirksam sind. Bei der Eizelle sind einfache Zellen selbst das Bildungsmaterial; die Entwickelung betrifft einen gemeinschaftlichen Zellen-Organismus, in welchem die Lebens-Aeufserungen gleichsam zerlegt und durch viele Zellen, die sich zu diesem Behufe individuell und zu einem harmonischen Ganzen ausbilden, vertreten werden; die Sonderung und Vervielfältigung der Grundkräfte des orga-

nischen Lebens erscheint in dem Grade vorherrschend, als der zusammengesetzte Organismus eine höhere Stufe einnimmt.

Aus diesen Momenten mag hervorgehen, dafs die Eizelle nicht vollkommen einer einfachen Mutterzelle parallelisirt werden kann, dafs sie zwar das einfache Urbild eines organischen Lebens repräsentirt, jedoch namentlich durch ihren Inhalt, den Dotter, eine zweite Eigenschaft besitzt, wodurch sie befähigt wird, ein gemeinschaftliches Zellenleben zu entwickeln; und die einfachen Zellen selbst sind gleichsam das Mittel, dessen sie sich zu diesem Behufe bedient. Die noch nicht hinlänglich gekannte Genesis der Eizelle wird über dieses Verhältnifs nähere Auskunft geben können.

Das Zellenleben des Dotters ist schon von Schwann, später von Bischoff und Barry an der Dottermasse des sich entwickelnden Eichens der Säugethiere nachgewiesen. Schwann beschreibt die Dotterzellen am Ei des Huhnes und weiset darauf hin, dafs dieselben nach dem allgemeinen Entwickelungsgesetze des Zellen-Organismus als junge Zellen in einer Mutterzelle (Ei) entstehen. Dieser Naturforscher spricht es ferner aus (a. a. O. S. 70), dafs der Dotter kein todtes Nahrungsmittel sei, dafs die Dotterzellen an dem bei der Bebrütung erwachenden Leben theilnehmen; kurz, dafs der Dotter zum Embryo in Beziehung auf seine ernährende Eigenschaft, wie das Eiweifs des Pflanzenembryo zu diesem sich verhält. Demnach ist nach Schwann der Dotter immer noch ein nur selbstständig vegetirendes Nahrungsmittel des Embryo, und diese Bedeutung behält er so lange, als man bei der Annahme einer Keimhaut verbleibt und dieselbe nach der herrschenden Theorie der Entwickelungsgeschichte behufs der Bildung des Embryo in zwei oder drei Blätter zerfallen läfst.

Nach unserem Prinzipe kann man sich den Dotter als den aufgelösten Embryo selbst vorstellen, so zwar, dafs in den Dotterzellen auch die Urzellen des gemeinschaftlichen, thierischen Zellen-Organismus (Embryo) gegeben sind. Dieses ist die wesentliche Bedeutung des Dotters, und wenn gleich bei vielen Thieren, namentlich bei den eierlegenden höheren Wirbelthieren, in dem Dotter sich Zellen vorfinden (z. B. die Zellen der Dottersubstanz des Hühnereies), welche analog dem Eiweifs des Pflanzen-Embryo ein selbstständig vegetirendes Ernährungsmittel des fast schon entwickelten thierischen Embryo bilden; so ist dieses nicht allgemeine und wesentliche Eigenschaft des Dotters, sondern vielmehr ein neu hinzutretendes Element, welches bei vielen niederen Wirbelthieren gänzlich fehlt.

Die Entwickelung des Dotters zum Embryo der Wirbelthiere läfst sich nach meinen bisherigen Untersuchungen auf zwei Normen zurückbringen:

1. Die erste und einfachste Entwickelungsweise findet sich bei den niederen Wirbelthieren, den Fischen und nackten Amphibien vor, und besteht darin, dafs sowohl die Centralorgane des thierischen Lebens, das Central-Nervensystem und die Schleimhaut, als auch die nächsten assistirenden Systeme und Organe derselben (Hautsystem, Wirbelsystem, Blutsystem etc.) ohne Vermittelung unmittelbar von dem Dotter einzeln abgesondert werden. Zur näheren Einsicht für diese Entwickelungsart wähle ich die Bildungsgeschichte des Frosches.

2. Die zweite Norm der Entwickelung des Dotters zum Embryo scheint bei den höheren Wirbelthieren, beschuppten Amphibien, Vögeln, Säugethieren und den Menschen, allgemein zu sein. Hier betrifft die unmittelbare Bildung des Embryo aus dem Dotter nur die Centralorgane und die von mir genannte *Membrana intermedia* (s. die Entwickelungsgeschichte des Hühnchens), welche, zwischen jenen gelegen, die einfache Uranlage sämmtlicher assistirender Gebilde vorstellt, und dann zu dem vermittelnden Gliede wird, wodurch auf mittelbare Weise (*Area vasculosa*, Blutbildung) die weiteren Entwickelungen des Embryo aus dem Dotter vollführt werden. Die Entwickelungsgeschichte des Hühnchens soll in dieser Beziehung zur näheren Auseinandersetzung dienen.

Bei der Eintheilung dieser beiden Entwickelungs-Normen habe ich nur auf die wesentliche Bedeutung des Dotters, als des Bildungsmaterials des Embryo, Rücksicht genommen. Die Variationen bei den einzelnen Thiergattungen und Klassen innerhalb der Grenzen der bezeichneten Normen beziehen sich auf die spätere Zeit des Entwickelungslebens; nachdem der Dotter bereits seinen wesentlichen Zweck erfüllt hat, die erste selbstständigere Bildungsstufe des Embryo erreicht ist, und entweder durch Aufnahme äufserer Nahrungsmittel, oder durch etwa vorhandene Ernährungszellen des Dotters (Dottersack), öfters unter beiden Verhältnissen, oder endlich durch Bildung einer *Placenta* die Vollendung des thierischen Embryo herbeigeführt wird.

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY WOODS HOLE LIBRARY MASS.

I.

Entwickelungsgeschichte des Frosches

(vorzugsweise *Rana esculenta* und *temporaria*).

Die Bildungsgeschichte des Frosches giebt uns auf eine einfache und höchst klare Weise das Prinzip zu erkennen, dem wir bei der Entwickelung im Wirbelthier-Reiche folgen. Während beim Hühnchen wegen der eigenthümlichen Beschaffenheit des Dotters, so wie durch die *Membrana intermedia* und durch die frühzeitige Wirksamkeit des Blutsystems das Hinübertreten des Dotters in die Gebilde des Embryo leicht unserer Beobachtung entzogen wird, so ist dasselbe bei den Fröschen um so auffallender und bei einiger Aufmerksamkeit kaum zu übersehen. Wir bemerken hier, dafs schon Rusconi erinnert, wie der Dotter des Froscheies wesentlichen Antheil an der Bildung des Embryo nehme, und eine Keimhaut nicht vorzufinden sei. Aufserdem steht der Frosch auf der Uebergangsstufe des niederen zum höheren Wirbelthier-Reich: er lebt während der Entwickelung als Larve in einem freien Zustande, in welchem uns, von der Generation abgesehen, das treue Bild eines Lebens auf der niederen Stufe des Wirbelthieres vorgeführt wird; und durch seine Larven-Metamorphose geht er in Bildungen ein, welche die Annäherung an das höhere Wirbelthier-Reich auf eine höchst interessante Weise zur Schau tragen. Dieses macht das Entwickelungsleben des Frosches so sehr wichtig, und ich darf bemerken, dafs die Bildungsgeschichte desselben in vielen Stücken die Entwickelungsvorgänge im höheren Wirbelthier-Reich erläutert und ergänzt.

Gemäfs dem Vorhingesagten zerfällt jede Entwickelungsgeschichte des Thieres in zwei Abschnitte: der erste behandelt den Dotter, das Bildungsmaterial des Embryo, und der zweite die Entwickelung desselben zum Thiere selbst.

ERSTER ABSCHNITT.

Der Dotter des Frosch-Eichens.

Der Dotter des reifen, befruchteten Froscheies besteht aus zweierlei durch ihre Gröfse sich unterscheidenden Körperchen. Die kleineren nehmen jene Stelle der Dotterkugel ein, wo die erste Anlage des Embryo in der Form

einer runden Scheibe sichtbar wird; sie sollen den Keimhügel vorstellen, welcher der Keimanlage und dem Kern des Hahnentritts im Vogelei entspricht. Die ganze übrige Dottermasse wird durch die um das Zwei- bis Vierfache gröfseren Körperchen zusammengesetzt. Sie liegen sämmtlich dicht gedrängt nebeneinander, und eine, etwa strukturlose Zwischensubstanz konnte ich nicht vorfinden. Diese Körperchen sind schon mit bloſsem Auge sichtbar; mit Hilfe einer Lupe werden sie deutlich unterschieden. Bei 450facher Vergröfserung zeigen sie sich von runden, mehr oder weniger in's Ovale übergehenden Umrissen (Tab. I. Fig. 1.), und der Körperlichkeit nach demgemäfs von der Kugel abweichend. Sie erscheinen dann beinahe ganz gleichförmig undurchsichtig und dunkel, und durchgehends aus lauter kleineren Kügelchen zusammengesetzt, so dafs sie an eine Traubenform erinnern. An der Peripherie liegen jedoch diese Kügelchen so nebeneinander, dafs die Contour der ganzen Kugel kaum überschritten wird.

Zerpreſst man die Dotterkörperchen, so werden die genannten Kügelchen frei, haben zuweilen eine von der Kugel in's Längliche übergehende Gestalt, sind beinahe ganz durchsichtig, ohne Schattirungen, mit sehr kräftigen Umrissen, und gleichen ihrem allgemeinen Ansehen nach ziemlich einem kleinen Fetttröpfchen. Sie lassen sich aber schwer zerdrücken und flieſsen auch nicht ineinander. In der Gröfse waren die meisten sich ziemlich gleich; nur einzelne zeichneten sich aus, und bei ihnen konnte man zuweilen ein beginnendes granulirtes Ansehen gewahr werden. Aufser diesen Kügelchen wurden durch das Zerquetschen noch viele kleinere, hellere Körperchen frei, die eine lebhafte moleculare Bewegung hatten.

Das beschriebene Verhalten der Dotterkörperchen betrifft vorzugsweise die, welche man in der Mitte des Dotters vorfindet. Legt man einige von den, nach der Peripherie hin gelegenen unter das Mikroskop, so bemerkt man zwar im Allgemeinen dieselbe Beschaffenheit, doch markiren sich im Innern zwei bis drei dunklere Flecke, und beim Zerpressen zeigen sich aufser dem beschriebenen Inhalte zwei bis drei gröfsere, gelbliche Kügelchen von granulirtem Ansehen und zuweilen von einer hellen Masse umgeben. Durch sie wurde offenbar das fleckige Ansehen in der sonst gleichmäfsigen Undurchsichtigkeit der Dotterkörperchen bewirkt.

Untersucht man nun Dottermasse in der Nähe des Keimhügels, so erscheinen die bezeichneten Flecke immer ausgeprägter, und die Dotterkörperchen haben das Ansehen, als seien sie nur aus ihnen zusammengesetzt. So

gelangen wir endlich zu dem Keimhügel selbst, wo die dunkleren Particen der gröfseren Dotterkörperchen in den kleineren isolirt vorzufinden sind. Diese kleineren Dotterkörperchen des Keimhügels gleichen in dem Habitus ganz den gröfseren. Ihre Hauptmasse wird durch die beschriebenen Kügelchen gebildet. Aufserdem aber kann man aus jedem einzigen derselben ein gröfseres, gelbliches, granulirtes Kügelchen herausdrücken (Tab. I. Fig. 2); und die Molekular-Körperchen sind viel kleiner und ganz dunkel.

Es ist hier nur die Frage: sind die beschriebenen Dotterkörperchen Zellen oder nicht? Die Genesis des Dotters würde darüber den sichersten Aufschlufs geben. Dennoch finden wir auch auf dem jetzigen Standpunkte schon mehre Merkmale, welche auf eine Zellennatur hindeuten. Man sieht zwar, wie so oft, wenn die Zelle mit einem körnigen Inhalte stark angefüllt ist, die Zellenmembran und den Zellenkern selbst nicht. Doch mufste es auffallen, dafs die Dotterkörperchen, obgleich dicht zusammenliegend, ihre Form nicht einbüfsen, dafs bei der maulbeerförmigen Anhäufung der Kügelchen die Contouren doch gleichmäfsig verlaufen, dafs bei vielen gelbliche granulirte Kügelchen, den Zellenkernen vollkommen entsprechend, herausgedrückt werden konnten, ferner, dafs die Molekular-Körperchen beim Druck auf die Dotter-Körperchen allmählig wie durch einen Spalt hervortraten, endlich dafs die gröfseren Dotter-Körperchen in die kleineren zerfielen. Was aber jeden Zweifel über das wirkliche Vorhandensein der Zellennatur dieser Theile beseitigt, das ist die spätere Metamorphose der kleineren Dotter-Körperchen im Keimhügel und bei der Entwickelung des Embryo überhaupt. Hier zeigt sich dann deutlich, wenn erst der kugliche Inhalt etwas verbraucht ist, sowohl der früher schon herausdrückbare Kern, als auch die Zellen-Membran.

Der Dotter der Froscheier besteht also aus lauter Zellen, deren Zellen-Membran und Kern vor dem kugligen Inhalte nicht sichtbar sind. In der Mitte befinden sich gröfsere Zellen ohne Kern. Sie sind in Bezug auf die zu erzeugende junge Generation die am meisten zurückstehenden; sie befinden sich als Mutterzellen auf der Lebensstufe, wo der Zellenkern resorbirt ist, und auf Kosten des Zelleninhaltes die junge Brut sich entwickeln soll. Darauf erscheinen in den angrenzenden Dotterzellen die jungen Kerne, es entwickeln sich junge Zellen, und noch mehr nach der Peripherie hin und namentlich in der Nähe des Keimhügels erkennen wir die jungen Zellen in den dunkleren Flecken der gröfseren Mutterzellen des Dotters deutlich markirt. Nun schwindet die Zellen-Membran der Mutterzelle gänzlich, die junge Generation wird

frei und häuft sich, als die kleineren Dotterzellen, in dem Keimhügel an, um für die beginnende Entwickelung des Embryo in Bereitschaft zu sein. Diese Entwickelungsweise währt nun durch die ganze Zeit fort, so lange der Dotter noch besteht. Wo Bildungen des Embryo auftreten sollen, da werden prädisponirte, kleinere Dotterzellen dazu gebraucht, und aus der Mitte kommt neuer Ersatz.

ZWEITER ABSCHNITT.

Die Entwickelung des Frosches.

In dem Verfolge der Entwickelungs-Metamorphosen des Dotters zum Embryo abstrahire man ganz von der herrschenden Theorie in der Entwickelungsgeschichte. Man suche nicht eine Keimhaut, ein seröses, ein Gefäfs-, ein Schleim-Blatt in dem Sinne, wie wir es uns bisher gedacht. Wir können diese Begriffe bei unserer Darstellung nicht mehr in Anwendung bringen und müssen allein von dem Standpunkte ausgehen, welchen wir gleich zu Anfange angedeutet haben.

Um Wiederholungen zu vermeiden, ist im Allgemeinen zu bemerken, dafs überall, wo von der Entstehung eines Systems oder eines Organs des Embryo aus dem Dotter die Rede ist, daselbst die kleineren, gleichsam zur Disposition gestellten Dotterzellen, welche anfangs nur in dem Keimhügel, später aber als eine Rindenschicht im ganzen Dotter sich gebildet haben, jedesmal unmittelbar zu den sichtbar werdenden Anlagen des Thieres zusammentreten. Es sind daher ursprünglich die Zellen der neu entstandenen Gebilde des Embryo durchaus dieselben, welche wir in dem Keimhügel vorfinden, und die sich später rings um die Dotterkugel als Rindenschicht entwickeln. Es erhellt aus der Organisation des Dotters, der immer nur an seiner Oberfläche die zur Entwickelung des Embryo prädisponirten, kleineren Zellen in Bereitschaft hat, dafs zuerst an dem Keimhügel, später an der ganzen Peripherie eine Art schichtweisen und allmähligen Verbrauchs der Dotterzellen stattfinden mufs. Der Anfang der wesentlichen, embryonischen Gebilde aus dem Dotter wird mit dem Centralorgane des animalen Lebens, dem Central-Nervensystem, und der Schlufs mit dem Repräsentanten des vegetativen Lebens, der Schleimhaut des Darmkanals, gemacht; der Dotter ist beim Frosch alsdann gänzlich verbraucht. Zwischen den beiden Centralorganen des thie-

rischen Lebens entwickeln sich nacheinander alle die Systeme und Organe, welche die beiden Hauptrichtungen der thierischen Lebensäufserungen unterstützen und zu einem harmonischen Ganzen verbinden.

Die Eintheilung der Bildungsgeschichte des Frosches betreffend, könnte man die Anlage der Systeme und Organe des Thieres, deren nächste Ausbildung für das Larvenleben, und die Larven-Metamorphose selbst unterscheiden. Da jedoch einzelne Systeme und Organe schon weit in der Entwickelung vorgeschritten und für den Larvenzustand im Wesentlichen ausgebildet sind, bevor die letzten Anlagen des Dotters isolirt werden; so wollen wir die beiden ersten Abtheilungen in eine zusammenziehen, und die Entwikkelung des Dotters zur Froschlarve und deren Ausbildung zum entwickelten Thiere, die Larven-Metamorphose, als Haupt-Abtheilungen betrachten.

A. Die Entwickelung des Dotters zur Froschlarve.

Bei den schichtweisen Ablagerungen des Dotters zu den Gebilden des Embryo sehen wir eine gewisse Reihenfolge hervortreten, in welcher jene Gruppen von Systemen und Organen inniger zusammenhalten, die bei der Realisirung eines gemeinschaftlichen, thierischen Zellen-Organismus für eine allgemeinere Tendenz in den Lebensäufserungen bestimmt sind. Je mehr in dem ausgebildeten Thiere die einzelnen Systeme und Organe zusammenhangen, und dadurch den klaren Blick in ihre wesentliche Bedeutung zuweilen erschweren, um so nothwendiger wird es in dieser Hinsicht den Andeutungen zu folgen, welche uns durch die bezeichnete Entwickelung des Dotters zum Embryo beim Frosch offenbart werden. Demgemäfs betrachten wir die Bildungen des Embryo, indem wir vorläufig von der bald zu erwähnenden Umhüllungshaut, die nur für das Entwickelungsleben des Thieres vorhanden ist, absehen, in folgenden, nacheinander entstehenden und inniger zusammengehörenden Gruppen:

1. Das animale System: die *Chorda dorsalis*, das Central-Nervensystem, das Wirbelsystem, das Hautsystem.

2. Das Ernährungssystem für das gemeinschaftliche Zellenleben, das Blutsystem: das Herz und die Gefäfse, die Athmungsorgane, die gemeinschaftliche Anlage der Leber und des Pankreas, die Wolff'schen Körper.

3. Das vegetative System oder das Darmsystem, bestimmt für die Assimilation der materiellen Aufsenwelt behufs der Ernährung: das Darmhautsystem als Inbegriff dessen, was die Assimilation unterstützt, und die Schlufs-

bildung der ganzen Dotter-Entwickelung, das assimilirende Central-Organ selbst, die Schleimhaut.

Diese Aufstellung der Hauptsysteme eines höheren thierischen Lebens möge einstweilen zur leichteren Uebersicht dienen; die näheren Erläuterungen werden sich aus der ferneren Darstellung selbst ergeben. Wie auffallend isolirt übrigens das animale, Blut- und vegetative System ursprünglich sich entwickeln, so sehen wir doch bald mehr oder weniger innigere Verbindungen eintreten. Vor Allem aber liegt es in dem Blutsysteme, welches nur den Vermittler zwischen den wesentlichen Hauptsystemen des gemeinschaftlichen thierischen Zellen-Organismus macht, dafs dasselbe seine Zweige überall hin vertheilt, und dafs dessen Hilfsorgane theils dem animalen Systeme (Athmungsapparat), theils mehr dem Darmsystem (Leber und Pankreas) sich zuwenden.

Die Generations-Werkzeuge entstehen nicht unmittelbar aus dem Dotter. Sie entwickeln sich erst, nachdem der gemeinschaftliche Zellen-Organismus bereits fertig gebildet dasteht. Ihr Erscheinen legt, wie bei der einfachen Zelle, wenn sie Mutterzelle wird, die Grundlage zur Vergänglichkeit und zum Aufgeben der Individualität. Die Froschlarve lebt, als Repräsentant eines vollkommen ausgebildeten, thierischen Zellen-Organismus vor der Larven-Metamorphose ohne irgend eine Spur eines Generations-Apparates.

Die Umhüllungshaut für den zum Embryo sich entwickelnden Dotter.

Die Entwickelungen des Dotters nehmen ihren Anfang mit der Bildung der Umhüllungshaut, einer Hülle, unter deren Schutz und Beistand der Embryo angelegt wird und sein Entwickelungsleben vollendet. Zu dem Ende isolirt sich auf dem Keimhügel eine, diesem an Ausbreitung entsprechende, einfache Zellenschicht, welche bei den Fröschen gröfstentheils durch Ablagerung von schwärzlichem Pigment innerhalb einzelner Zellen sehr bald gefärbt erscheint. Diese Zellenschicht, welche gleich nach der Befruchtung des Froscheichens auf dem Keimhügel sich absondert, ist vorzugsweise diejenige Anlage des Dotters gewesen, welche zur Annahme eines Keimes, einer Keimhaut, Keim-Anlage verleitet hat.*) Sie dehnt sich schnell über den Keimhügel hinweg auf die übrige Oberfläche des Dotters aus, und hat den letzteren, noch

*) Die Anlage der Umhüllungshaut ist derselbe Theil, den v. Bär in seinen Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte der Fische den Keim nennt, a. a. O. Fig. 2. y.

che eine Spur von dem Embryo selbst vorhanden ist, vollständig umhüllt. Dieses Phänomen scheint allgemein im niederen Wirbelthier-Reich und bei der einfachen Entwickelungsweise des Dotters vorzukommen; bei den Fischen geht es aus den Untersuchungen des Herrn v. Bär hervor, bei den Tritonen habe ich es selbst beobachtet.

Das Wachsthum der Umhüllungshaut auf der Oberfläche der Dottermasse über die Grenzen des Keimhügels hinweg ist von einer steten Bildung kleinerer eben für die Erweiterung bestimmter Dotterzellen begleitet. Ist daher die Umhüllungshaut vollendet, so hat der Dotter eine vollkommene Rindenschicht kleinerer für die unmittelbare Entwickelung des Embryo prädisponirter Zellen erhalten, welche nur in dem Keimhügel in gröfserer Masse angehäuft sind. Sobald die schützende Hülle in ihrer Funktion für den zum Embryo sich entwickelnden Dotter vollständig aufgetreten, ist auch das letzte Rudiment der Dotterhaut des Eies verschwunden; die Eizelle ist unter der Entwickelung ihres Inhaltes zur neuen Generation zu Grunde gegangen. Die Umhüllungshaut selbst erreicht das Ende ihrer Existenz bei der Larven-Metamorphose, wenn das Thier sein Entwickelungsleben vollendet hat und selbstständig sich schützend (durch die *Cutis* mit der *Epidermis*) das geschlechtliche Leben beginnt.

Es hat jedoch die Umhüllungshaut nicht die alleinige Bedeutung einer Schutzhülle für die embryonischen Gebilde, wenn es auch die vorherrschende und bleibende Funktion ist. Sie bildet die äufserste Oberfläche des zum Embryo sich entwickelnden Dotters, wird anfangs vom Eiweifs und in der Folge, nachdem der Embryo die Eihülle verlassen, vom Wasser umspült. Da zu dieser Zeit noch kein Apparat für den Athmungsprozefs vorhanden, der Zutritt der Atmosphäre aber für das Leben der Zellen eine nothwendige Bedingung ist, so übernimmt die Umhüllungshaut anfangs zugleich die Funktion, die durch das Eiweifs, später durch das Wasser ihm mitgetheilte Luft den Dotterzellen zu übergeben. Dafs sie auch Eiweifs assimilire, scheint mir theils darum zweifelhaft, weil dasselbe zu wenig sich verringert, theils, weil die Zellen der Umhüllungshaut in ihrem kugligen Inhalte einen viel kräftigeren Nahrungsstoff besitzen. Auf Kosten des letzteren geschieht die weitere Ausbildung. Wir sehen daher den kugligen Nahrungsinhalt zunächst an der inneren Fläche der Zellen-Membran verschwinden, und die dunklere Mitte mit einem hellen Saum umgeben (Tab. I. Fig. 3). Späterhin tritt auch der Zellenkern all-

mählig hervor, und nicht selten beobachten wir auch junge Zellen in der Entwickelung.

Die Zellen der Umhüllungshaut grenzen sich durch die Aneinanderlagerung polyedrisch ab. Ist der kuglige Nahrungsinhalt nur wenig verbraucht, so treten die Umrisse der Zellen-Membranen noch weniger deutlich hervor. Dieses giebt denn leicht den Anschein, als ob eine helle Intercellular-Substanz zwischen den dunkleren, kugligen Partieen vorhanden wäre. Späterhin zeigen sich die Contouren gröfstentheils sehr deutlich, auch die Zellenkerne und die bis dahin nicht sichtbaren zwei bis drei Kernkörperchen werden bemerkt.

Das animale System.

Der Embryo beginnt seine Entwickelung aus dem Dotter erst nach Vollendung der Umhüllungshaut, und zwar mit der Anlegung des animalen Systems.

Das Erste, was von demselben entsteht, ist die *Chorda dorsalis*, und zu ihren beiden Seiten die Anlagen für die Centraltheile des Nervensystems. Sie markiren sich schon äufserlich an jener Stelle, wo das erste Rudiment der Umhüllungshaut erschien, nämlich über dem Keimhügel durch eine etwas hellere Färbung der Umhüllungshaut selbst, in einer Fläche von fast ovaler Form. (Tab. II. Fig. I.) Mitten durch diese ovale Fläche, die ungefähr den dritten Theil der Dotter-Oberfläche einnimmt, und an dem vorderen (Kopf-) Ende etwas weiter wird, verläuft der Länge nach eine sehr seichte schmale Rinne, durch eine dunklere Färbung angedeutet. Diese letztere theilt also das ganze Entwickelungsfeld in zwei gleiche Theile. Sie entspricht dem Verlaufe der *Chorda dorsalis*, die zu beiden Seiten liegenden Flächen aber den Anlagen der Centraltheile des Nervensystems. Das nähere Verhältnifs derselben zu dem Keimhügel gewahrt man deutlich an einem Querdurchschnitt des Embryo. Beide Gebilde zeigen sich dann als eine von Neuem isolirte Zellenschicht des Keimhügels, die sich an die Umhüllungshaut innig angelagert hat. Eine Spalte trennt sie von den übrigen Zellen desselben, und diese selbst haben sich durch eine förmliche Lücke von der centralen Dottermasse geschieden, während sie an der peripherischen Grenze nach wie vor einen unmittelbaren Zusammenhang mit den übrigen Dotterzellen unterhalten. (Tab. IV. Fig. II.)

Die Zellen der bestehenden Gebilde sind nun überall ein und dieselben, und zwar die kleineren, für die Entwickelung des Embryo prädisponirten Dotterzellen. In der Umhüllungshaut, so wie in jeder Anlage, bei welcher nur die Tendenz zu einer einfachen Membran-Bildung vorliegt, grenzen sie sich polyedrisch ab, in der Anlage des Central-Nervensystems, so wie in der *Chorda*, liegen sie mehr unregelmäfsig beieinander.

Die Centraltheile des Nervensystems bestehen also ursprünglich aus zwei membranartig abgesonderten Zellenschichten des Keimhügels, welche zu beiden Seiten der *Chorda* ausgebreitet daliegen. Im Verlaufe der Entwickelung ziehen sich diese Urhälften des Central-Nervensystems, an Dicke zunehmend, nach der Mittellinie des Embryo mehr und mehr zusammen. Es bildet sich so aus der membranartigen Anlage jederseits der Wirbelseite eine sich allmählig stärker erhebende Wulst, welche die tiefer gelegene Mitte, gleich einem Walle, begrenzt. (Tab. II. Fig. 2. und Tab. IV. Fig. 3.) Die Wülste hat man irrthümlich für die Anlage des Wirbelsystems gehalten und sie daher die Rückenplatten genannt; die dazwischen liegende Tiefe die Rückenfurche. Letztere ist am Kopfende breiter als nach hinten, indem die Centralhälften des Nervensystems von der Stelle ab, wo das Gehirn sich ausbildet, mehr auseinander weichen, dann aber vorn in einem Bogen sich gegen die Mittellinie wenden und daselbst vereinigen. Auch nach hinten gehen sie, doch mehr unmittelbar, ineinander über, so wie denn auch in der Rückenfurche, über die Wirbelsaite hinweggehend, eine lockere feine Verbindungs-Membran zwischen ihnen bemerkbar ist.

Beim Beginne der Entwickelung des Central-Nervensystems kann Gehirn und Rückenmark nicht unterschieden werden. Gegenwärtig deutet uns das Weiterwerden der Rückenfurche diese Abtheilungen schon an; ja wir können sogar ganz deutlich in jeder Urhälfte die drei Haupt-Partieen des Gehirns wiedererkennen. (Tab. II. Fig. 13.) Die vordersten Gehirn-Partieen sind die gröfsten, durch eine deutliche Furche nach hinten abgegrenzt, und entsprechen den Hemisphären des Froschgehirns; die zweiten sind die kleinsten, nach hinten weniger abgeschieden, und umfassen die Gegend der Vierhügel; die dritten, das kleine Gehirn und die *Medulla oblongata* repräsentirend, gehen allmählig in die entsprechenden Hälften des Rückenmarkes über. Aufserdem befinden sich zur Seite jeder Gehirnhälfte zwei hintereinanderliegende, isolirte Zellenmassen. Sie sind von ovaler Form und hangen, namentlich die hinteren, noch sehr innig mit dem Gehirn zusammen. Die vorderen, gröfseren liegen

zur Seite der vordersten Gehirn-Partie etwas nach hinten; sie stellen uns die Anlagen der Augen vor. Die hinteren haben ihre Lage in der Gegend der Scheidungsfurche der mittleren und hinteren Gehirn-Partie und entsprechen den Anlagen der Gehör-Labyrinthe. Das Auge und das Gehör-Labyrinth sind daher sehr früh isolirte Nebengebilde der Urhälften des Gehirns selbst. Die Bildung der Gehirn-Partieen, so wie die Isolirung der Anlagen des Auges und Ohres treten gleichzeitig auf und erfolgen bei den Fröschen und Tritonen bedeutend früher als beim Hühnchen, bei welchem vor der Vereinigung der Urhälften des Central-Nervensystems keine Spur beobachtet wird.

In der Rückenfurche zwischen den Centralhälften des Nervensystems verläuft die Wirbelsaite, welche jetzt sehr deutlich zu erkennen ist, und fast in ihrer ganzen Länge zusammenhangend blosgelegt werden kann. Sie hat sich, während die Urhälften des Central-Nervensystems über ihr zur Vereinigung streben, scheinbar etwas tiefer gesenkt und ruht auf den Zellen des Keimhügels. Vorn und hinten gehen ihre Enden in die Vereinigungsstelle der Centralhälften des Nervensystems so über, dafs eine Abgrenzung nicht deutlich unterschieden werden kann. An der unteren Fläche des Central-Nervensystems ist die Anlagerungsstelle der Wirbelsaite gemeinhin sehr deutlich markirt.

Aufser den genannten Gebilden hat sich um diese Zeit eine neue Anlage des Embryo von den Zellen des Keimhügels isolirt, nämlich das eigentliche Wirbelsystem. (Tab. II. Fig. 6. 14. u. Tab. IV. Fig. 3. etc.) Dasselbe besteht ursprünglich, wie die Centraltheile des Nervensystems, aus zwei membranartigen Schichten des Keimhügels, welche zu beiden Seiten der Wirbelsaite jene Stelle einnehmen, die von den Urhälften des Nervensystems bei dem Streben zur gegenseitigen Vereinigung verlassen wird. Sie befinden sich also unterhalb der früher sogenannten Rückenplatten, dehnen sich der Länge nach eben so weit aus, und gehen vorn und hinten ineinander über. Von den Urhälften des Nervensystems werden sie um die jetzige Zeit so vollkommen verdeckt, dafs sie äufserlich nirgends wahrzunehmen sind. Ihre Anschauung wird nur auf dem Querdurchschnitt oder nach Hinwegnahme des Central-Nervensystems möglich. Von einer individuelleren Form-Ausbildung ist gegenwärtig noch keine Spur bemerkbar.

Der Embryo mit dem Dotter bilden jetzt schon eine etwas länglich-runde Form, und die genannten Gebilde, die Wirbelsaite, das Central-Nervensystem und die Urplatten des Wirbelsystems, welche fast die Hälfte der gan-

zen Oberfläche einnehmen, sind demgemäfs an beiden Enden, namentlich vorn, gekrümmt.

Um die jetzige Zeit wird auch die Entwickelung eines Systems angedeutet, das nach mancherlei Metamorphosen zuletzt als *Cutis* des Thieres übrig bleibt. Es soll aus diesem Grunde das Hautsystem heifsen, wenn gleich die Bedeutung desselben für das Bildungsleben von anderer und vielleicht höherer Wichtigkeit ist. (Tab. IV. Fig. 3. etc. Tab. II. Fig. 5.) Seine Stelle wird gegenwärtig von der Umhüllungshaut vertreten, und erst nach der Verkümmerung derselben übernimmt es zuletzt noch deren Funktion für das entwickelte Thier. Es zeigt sich das Hautsystem unter der Umhüllungshaut am erkennbarsten gegenwärtig da, wo die Centralhälften des Nervensystems an ihrem äufseren Rande mit der Dottermasse zusammenstofsen. Man kann hier mit einiger Mühe die Umhüllungshaut ablösen und besonders am Kopfende eine als Membran auftretende Zellenschicht darstellen, die sowohl nach oben auf der äufseren Oberfläche des Central-Nervensystems, als auch nach unten auf dem Dotter eine kleine Strecke zu verfolgen ist; in der Gegend der künftigen Kopf-Visceralhöle ist sie am ausgebreitetsten. (Tab. II. Fig. 6.) Wie bei jeder als Membran fungirenden Zellenmasse, so stumpfen sich auch hier die einzelnen Zellen polyedrisch ab.

Die Entwickelung des Hautsystems geht demnach da vom Keimhügel aus, wo letzterer an dem äufseren Rande in die übrigen Dotterzellen übergeht. Die Erweiterung schreitet nach oben unter der Assistenz des Keimhügels, nach unten durch Isolirung der oberflächlichen Zellenschicht des übrigen Dotters vorwärts. Gegenwärtig zeigt sich also das Hautsystem als zwei Membran-Anlagen, die zwar vorn und hinten sich berühren, doch der Länge nach sowohl oben als auch besonders unten einen weiten Zwischenraum zu überwachsen haben, bevor sie sich gegenseitig vereinigen können. Man mufs daher die Entstehung dieses Systems, so wie die aller bisherigen Gebilde des Embryo mit Ausnahme der Wirbelsaite als paarig betrachten.

Weiterer Fortgang der Entwickelung.

Während nun das Eichen sich mehr und mehr die Längenform aneignet, wachsen die Urhälften des Central-Nervensystems immer näher aneinander und formiren nun, ganz nahe beisammen liegend, auf dem Dotter eine kammartige Erhöhung, welche früher für die Anlage des Rückgrats gehalten wurde. (Tab. II. Fig. 2-7. Tab. IV. Fig. 4. 5.) Das System jedoch, von welchem der

Rückgrat gebildet wird, befindet sich vielmehr unterhalb dieses Kammes. In dem Grade aber, als die Urhälften des Nervensystems näher zusammenrücken, treten die Urplatten des Wirbelsystems, an Masse zunehmend, nach aufsen hervor. Sie gelangen so an das Hautsystem, und beginnen unter dessen Schutz und Beihilfe, zur Formirung der beiden Röhren des Wirbelsystems, die Entwickelung der Rücken- und Visceralplatten. Es wird demgemäfs unten an der Aufsenfläche des Central-Nervensystems zuerst der äufsere Rand der Urplatten des Wirbelsystems sichtbar. Derselbe erweitert sich jederseits nach oben zur Rücken-, nach unten zur Visceralplatte; jene verräth das Bestreben die Centraltheile des Nervensystems, diese die Dottermasse zu umwachsen, um auf diese Weise die obere und untere Wirbelröhre zu bilden.

Das Wirbelsystem besteht also gegenwärtig aus einem mittleren Theil, welcher unter dem Central-Nervensysteme liegt und durch die Wirbelsaite in zwei gesonderte Hälften, die beiden Urplatten, geschieden ist, und dann jederseits aus je zwei Seiten-Theilen, die Rücken- und Visceralplatten, welche unmittelbar von dem mittleren gleich zwei Schenkel abgehen. Zu Anfange dieser Metamorphose ist noch Nichts von einer individuelleren Abscheidung der Anlage des Wirbelsystems bemerkbar. Doch sehr bald und noch ehe wir eine Spur davon an den äufseren Entwickelungen des Wirbelsystems beobachten, sieht man nach Hinwegnahme des Central-Nervensystems die frühesten Andeutungen von Wirbel-Abtheilungen *) zuerst in den Urplatten. Sehr deutlich erkennt man um diese frühe Zeit beim Frosch auch die Wirbel-Abscheidungen in den Urplatten des Kopftheiles vom Embryo (Schädelbasis). Es ist dieses von Wichtigkeit, da bei den höheren Wirbelthieren sich frühe schon zu sehr der Einflufs des Gehirns geltend macht, und die Anlage der drei Wirbel-Abtheilungen des Schädels dadurch unkenntlich wird. Hat man nämlich die Urhälften des Central-Nervensystems abgenommen, so sieht man zuerst die beiden hinteren Wirbel-Abtheilungen des Kopfes, welche sich von denen des Rumpfes nur durch ihre Gröfse etwas auszeichnen. Vor ihnen liegt die vorderste und gröfste Abtheilung des Kopf-Wirbelsystems. Auf ihr zeigt sich jederseits eine Grube von der Lage des Aug-Apfels (Tab. II. Fig. 15), und nach vorn gehen die beiden Urhälften, als vorderer Schlufs der Urplatten des

*) Die Scheidung der Anlagen des Wirbelsystems in einzelne Abtheilungen bezieht sich sowohl auf die Weichtheile als auf die Hartgebilde.

ganzen Wirbelsystems, in einem Bogen ineinander über, um die Anlage der Stirnwand zu formiren. (Tab. II. Fig. 16.)

Jetzt verwachsen die Urhälften des centralen Nervensystems mit ihren oberen und äufseren Rändern (Tab. IV. Fig. 6.); die unteren und inneren hatten sich schon früher vereinigt. Die Rückenfurche mit der sie auskleidenden Umhüllungshaut wird auf die genannte Weise zu einem Kanale abgeschlossen. Es bilden demnach die Centraltheile des Nervensystems gleich nach der Vereinigung ihrer Urhälften eine Röhre *), welche nach dem Gehirn-Ende hin weiter wird, in ihrem Innern die abgeschlossenen Rudera der schwarzen Umhüllungshaut enthält, deren Seitenwände endlich stärker als die oberen und unteren Verbindungstheile sind und den eigentlichen Urhälften entsprechen. Unter ihr verläuft, sich enge anschliefsend, die Wirbelsaite. Das hintere Ende derselben verliert sich in das aufkeimende Schwanz-Ende; das vordere, welches sich besonders sehr innig an die untere Verbindungshaut der vorderen Gehirn-Partieen anlegt, ist jetzt schon von nicht mehr so derber Konsistenz als früher. Es beginnt an ihm zuerst der Verkümmerungsprozefs der Wirbelsaite, auf den wir später zurückkommen.

Das Wirbel- und Haut-System ist nun gleichfalls in der Entwickelung weiter vorgeschritten. Letzteres hat unter der Umhüllungshaut nach und nach den Dotter und die Anlagen des Embryo vollkommen umwachsen. So lange die Wirbel-Röhren noch offen dastehen, erscheint dasselbe als Vermittler und Vervollständiger dieser offenen Röhren, und ist von H. Rathke da, wo es die Rückenplatten zusammenhält, *Membrana reuniens superior*, da, wo die Visceralplatten vereinigt werden, *M. r. inferior* genannt worden. Die Wirbelröhren selbst werden nicht überall zu gleicher Zeit und auch nicht auf ein und dieselbe Weise von den Rücken- und Visceralplatten konformirt. Durch unmittelbares Weiterwachsen vereinigen sich überall die Rückenplatten, und zwar am Rumpfe zuerst und später am Kopfe. Auf gleiche Weise verbinden sich die Visceralplatten schon frühe am ersten und zweiten Kopfwirbel durch Bildung von Visceralbogen (Tab. II. Fig. 8. 9.), ferner am Rumpfe, in der ganzen Masse sich erweiternd, zuerst gleich beim Beginne des Schwanzes und später in der Gegend des Brust- und Becken-Gürtels. Am dritten Kopf-Wirbel aber, sowie an dem gröfsten Theile der Bauchhöhle geschieht die Vereinigung der Visceralplatten nicht durch Wachsthum nach unten, sondern

*) Als Ueberbleibsel dieser Urbildung erhalten sich Gehirn-Ventrikel.

durch eigenthümliche Schlufsbildung zwischen den bestehenden, vollständigen Abtheilungen der unteren Wirbelröhre: also zwischen dem zweiten Visceralbogen und dem Brustgürtel als Analogon des dritten Visceralbogens (Kiemenbogenträger), und zwischen dem Brust- und Beckengürtel nach Art der *Musculi recti abdominis*, sobald die Metamorphose der in der Bauchhöhle befindlichen Organe vollendet ist.

Gegenwärtig ist noch keine Wirbelröhre vollständig vereinigt, und auch ihre Scheidewand, von den Urplatten des Wirbelsystems gebildet, wird noch durch die Wirbelsaite in der ursprünglichen Trennung erhalten. Nur an dem ersten Kopfwirbel, wo die Wirbelsaite zu verkümmern anfing, haben sich die hier am weitesten auseinander stehenden Urhälften unter derselben vollständig vereinigt.

Bei der Entwickelung der Rückenplatten des Kopfes müssen wir noch auf die Anlagen der höheren Sinnes-Werkzeuge zurückkommen. Den Urhälften des Gehirnes folgen nämlich die von ihnen abgesonderten Sinnes-Organe, das Auge und das Gehör-Labyrinth, bei der Vereinigung derselben nach. Ist das Zusammenwachsen geschehen, so beginnt sogleich der *bulbus oculi* sich individuell auszubilden. Unterdefs rücken die Dorsal-Platten herauf; sie treffen das hervorgetretene Auge, umwachsen es von der hinteren und von der Seitenfläche und lassen die vorderen frei. Mit dieser letzteren stöfst das Auge auf das Hautsystem, das nun für dasselbe eigenthümlich metamorphosirt wird. — Anders verhält es sich mit dem Gehör-Labyrinthe. Wenn hier die Dorsalplatten heraufwachsen, so ist dasselbe noch lange nicht so kräftig entwickelt. Die Rückenplatten können an dem Gehör-Labyrinthe unmittelbar vorbei, und dieses letztere befindet sich demnach ursprünglich innerhalb der oberen Wirbelröhre des Kopfes. — Später als diese beiden Sinnes-Organe entwickelt sich das Geruch-Labyrinth als unmittelbarer Hervorwuchs der vordersten Gehirn-Abtheilung; es mufs daher stets die gleichmäfsige Konformation des Schädels beeinträchtigen. Mit seinem Erscheinen hangt innig die Gesichts-Bildung vor dem ersten Kopf-Wirbel zusammen.

Der Frosch-Embryo verläfst am frühsten von allen Wirbelthieren seine Eihüllen, nachdem nur das animale System im Wesentlichen angelegt und konformirt ist. (Tab. II. Fig. 8.) Die Urhälften des Central-Nervensystems haben sich vereinigt; die Wirbelröhren werden durch die Rückenplatten am Rumpfe, durch die beiden Visceralbogen am Kopfe schon beinahe vollkommen gebildet; in den übrigen Gegenden werden sie durch die vereinigenden Hänte vervollständigt. Es ist bereits der Schwanz deutlich sichtbar, der beim Frosch-

Embryo gleich aufwärts zur Thätigkeit hervorwächst. Es hat daher das animale System zum gröfsten Theile vom Dotter gleichsam sich frei gemacht; nur die vorderste Partie, dem ersten Kopfwirbel entsprechend, an welchem sich das Gesicht entwickelt, befindet sich noch in der ursprünglichen Krümmung. Das Auge ist deutlich zu Tage getreten; auch das Ohr-Labyrinth, sowie an der Stirnwand das Grübchen, die Anlage des Geruch-Organs markirend, sind äufserlich sichtbar. Umgeben ist das ganze Eichen zunächst von dem, bei der ersten Bildung eine so wichtige Rolle spielenden Hautsysteme, und dann zu äufserst von der Umhüllungshaut. Damit das Thierchen sich stützen könne, sind von dem Hautsysteme an den ersten Visceralbogen zwei Saugnäpfchen entwickelt. Die einzige Lebens-Aeufserung des Embryo gegen die Aufsenwelt besteht in einfachen seitlichen Krümmungen. Und diese Reaktionen des Wirbelsystems können, wenn sie unter Einwirkung des centralen Nervensystems stehen, nur gleichsam durch unmittelbares Ueberspringen der wirkenden Kraft erfolgen, da noch keine Spur von verbindenden Nervenfäden bemerkbar ist.

Das Ernährungs-System für das gemeinschaftliche Zellen-Leben im Embryo.

Das Blut-System.

Die Systeme und Organe für die gemeinschaftliche Ernährung der zum Embryo aggregirten Zellen beginnen erst sich zu entwickeln, nachdem das animale System und so die äufsere Gestalt des Embryo im Wesentlichen konformirt ist, und das Thierchen seine Eihüllen verlassen hat; also unter unmittelbarer Wechselwirkung mit der Aufsenwelt.

Bisher hat der Embryo dieser Fürsorge nicht bedurft. Jede Zelle führt das Nahrungsmaterial als Inhalt in den beschriebenen kleinen Kügelchen der Dotterzellen mit sich. Auf Kosten dieses Inhaltes wird das Wachsthum und die Erweiterung der einmal gegebenen Anlagen des Embryo unterhalten. Dabei nehmen die Kügelchen ab; der Kern, von dem Reste derselben wie mit einem Kranze umgeben, und die Zellen-Membran werden erkennbar. Oder man sieht den Kern verschwinden und das Wachsthum von der Bildung einer neuen Generation begleitet. Nahrungs-Material wird den Zellen noch nicht zugeführt. Es scheint dieses paradox, indem der Embryo sich offenbar an Volumen vergröfsert. Diese Vergröfserung aber hangt zunächst im Allgemeinen mit der Entstehung von Hölen zusammen; so die frühe sich zeigende Lücke unter dem Keimhügel. Ferner wird der Embryo in der ersten Zeit immer schmaler, während er an Länge zunimmt. Bei den einzelnen Systemen aber,

von denen einige sehr bald in gar keiner Berührung mit dem Dotter stehen, kann man sich die Erweiterung bei unveränderter Masse dadurch erklären, dafs alle bei der Anlage in irgend einer Dimension sich stärker zeigen, als später während der Ausbildung. So sind die Umhüllungs-Membran und das Hautsystem anfangs dicker, und werden bei der Erweiterung dünner; die Wirbelsaite ist anfangs absolut dicker, und wird länger und dünner; die Urhälften des centralen Nervensystems und des Wirbelsystems treten zuerst als dicke und breite Membranen auf, und ziehen sich bei der Verlängerung des Embryo mehr zusammen. Auch scheint mir die Verfeinerung des kugligen, konsistenten Inhaltes der Dotter-Zellen bei der Entwickelung von junger Generation, die sich durch den feinen Inhalt auszeichnet, zu der allgemeinen Vergröfserung des Embryo, ohne Vermehrung seiner Masse selbst, nicht wenig beitragen zu können.

Die weitere Entwickelung des Embryo führt unsere Aufmerksamkeit wieder zum Dotter. Ursprünglich hatte derselbe sowohl die Dotterhaut, als auch die Umhüllungshaut des Embryo ohne irgend eine Lücke ausgefüllt. Später bei der Isolirung des centralen Nervensystems trennte sich der Keimhügel von dem Centrum des Dotters; es entstand ein, während der Entwickelung des animalen Systems immer gröfser werdender Zwischenraum, welcher sich unterhalb des ganzen Keimhügels ausdehnte und also der Länge nach so weit reichte, als die Anlagen des Embryo selbst. Diese Lücke erhält sich so lange durchgehends in der Dottermasse, bis das animale System in der beschriebenen Weise ausgebildet. Die sie von oben bedeckenden Zellen des Keimhügels sind dann bis auf eine sehr dünne Schicht verbraucht. Nun nimmt die Lücke am Rumpfe schnell ab, und die restirende, dünne Zellenschicht des Keimhügels kommt unmittelbar auf die centralen Dottermassen zu liegen. Der Dotter am Rumpfe ist dann von einer einfachen gleichmäfsigen Cortical-Zellenschicht umgeben. Am Kopfe dagegen erweitert sich die Lücke, indem der Dotter nach der Bauchhöle sich zusammenzieht, — und wird zur Mundhöle. Die sie von oben bedeckende, zurückgebliebene einfache Zellenschicht des Keimhügels liegt nun an der unteren Fläche der Schädelbasis, und hat sich auch über die innere Fläche der Visceralbogen ausgebreitet, wo die übrige Dottermasse nicht mehr vorhanden ist. In der Gegend aber, die dem dritten Schädelwirbel entspricht, und wo der dritte Visceralbogen sich hätte entwickeln sollen, befindet sich noch eine kleinere Partie des Dotters, welche gewissermafsen einen Vorsprung zu der Hauptmasse in der Bauchhöle

bildet. Dieselbe umgiebt an dieser Stelle von den Seiten und unten (oben ist der Rest des Keimhügels) die zur Mundhöle sich verwandelnde Lücke des Dotters dergestalt, dafs die Wandungen allmählig vom zweiten Visceralbogen ab bis zur Uebergangsstelle (Schlundöffnung) in die Hauptmasse des Dotters an Dicke zunehmen. Die hinterste Abtheilung der für die Mundhöle bestimmten Lücke des Dotters wird auf diese Weise nach hinten immer enger, bis sie endlich an der künftigen Schlundöffnung mit dem Dotter des Bauches zusammenstöfst. *) Hier beobachten wir nun folgende Bildungsprozesse.

Die der Lücke zugekehrte, innerste Zellenschicht setzt sich mit der vom Keimhügel restirenden Membran an den Visceralbogen und an der Schädelbasis in Verbindung, und formirt mit derselben eine vollständige Auskleidungs-Membran (Schleimhaut?) der Mundhöle. Unter ihr und zwar zwischen dem Schlufsstücke des zweiten Visceralbogens und zwischen den Anfängen der Visceralplatten des Rumpfes entwickelt sich eine membranöse Verbindung, die zu den Seiten mit dem Hautsystem sich vereinigt und zum Kiemenbogenträger sich ausbildet. Obgleich sie seitlich an das Hautsystem stöfst, so geht ihre Entwickelung nach meinen Untersuchungen vom zweiten Visceralbogen und also vom Wirbelsystem aus, und vertritt die Stelle des bei den niederen Wirbelthieren nicht zur Ausbildung gekommenen dritten Visceralbogens. Durch sie wird erst die Kopf-Visceralhöle vollständig konformirt, so zwar, dafs seitlich zwischen dem zweiten Visceralbogen und der Visceralplatte des Rumpfes jederseits eine vom Hautsystem gegenwärtig bedeckte Spalte übrig bleibt, in welcher das Kiemensystem sich entwickelt.

Der gröfste Theil der Dotterzellen aber, welche wir als eine vorspringende Partie der Haupt-Dottermasse in der Bauchhöle beschrieben haben, wird zur Bildung des centralen Theiles des Gefäfssystems angewendet; aus der unteren Mitte entwickelt sich das Herz, zu den Seiten die Aortenbogen. Die Anlagen sind anfangs solide Massen; später zeigen sich Röhren und drinnen die Blutzellen. Ob die Bildung beider Theile gleichzeitig aus den soliden Massen stattfinde, konnte ich beim Frosch-Embryo nicht entscheiden. Die Aortenbogen befinden sich in der zweiten Visceralspalte (Kiemenspalte),

*) Diese Verengerung des hinteren Endes der Kopf-Visceralhöle hangt innig mit der Existenz eines Kiemensystems zusammen, was wir deutlicher bei der Larven-Metamorphose sehen werden. Es wird die Visceralröhre selbst dadurch verlängert, die zweite Visceral- oder Kiemenspalte erweitert, und auch der Kiemenbogenträger nach hinten mehr entwickelt. Dadurch gewinnt das Kiemensystem an Raum, um in die Kiemenspalte hineinzutreten, und das in dem Anfange der Bauchhöle sich bildende Herz gelangt unter den Kiemenbogenträger.

äufserlich vom Hautsystem, nach innen von der, die Mundhöle auskleidenden Membran begrenzt. Das Herz liegt unter dem Kiemenbogenträger in der kegelförmig hervortretenden Spitze der Rumpf-Visceralhöle, die sich wegen der Bildung des Kiemensystems scheinbar unter den hinteren Theil der Kopf-Visceralhöle hinuntergeschoben hat. Hier wird nun noch das Herz vollständig von der roheren Dottermasse in der übrigen Bauchhöle dadurch geschieden, dafs zwischen dem hinteren Ende des Keimbogenträgers und zwischen der *Membrana reuniens inferior* sich eine Scheidewand hervorbildet. Auf diese Weise entsteht eine von der Bauchhöle gewissermafsen abgesonderte Herzhöle von ungefähr kegelförmiger Gestalt, deren Basis die genannte Scheidewand ist, und deren, nach dem zweiten Visceralbogen spitz verlaufende Wandungen von dem Kiemenbogenträger und der *Membrana reuniens inferior* formirt werden. Die seröse Haut, das *Pericardium*, ist nur die epithelinmartige Absonderung von den Theilen, welche die Herzhöle bilden, so wie auf der Oberfläche des Herzens selbst. Das Central-Organ des Blut-Gefäfssystems, das Herz mit seinen Aortenbogen und den später zu erwähnenden, nach hinten abgehenden beiden Schenkeln, findet also unmittelbar in den Dotterzellen sein Bildungsmaterial. Die ersten Blutkörperchen, welche ich in ihm vorfand, unterscheiden sich wesentlich von denen in späterer Zeit. Es sind vollkommen runde Zellen mit deutlichem Kern und Kernkörperchen; sie sind nicht ganz klar und einfach durchscheinend, sondern mit feinkörnigem Inhalte angefüllt.

Die Bildung der Gefäfs-Verzweigungen anbelangend, hat man beim Frosch-Embryo wegen der schwarzen Umhüllungshaut keine günstigen Verhältnisse zu Untersuchungen. Wir müssen in dieser Hinsicht mehr auf die Bildungsgeschichte des Hühnchens verweisen, bei welchem, wie im ganzen höheren Wirbelthier-Reich, das Blutsystem während der Entwickelung eine wichtigere Rolle spielt, und die intensivere rothe Färbung der Blutzellen unsere Beobachtungen erleichtert. Von einem Kapillargefäfsnetze, welches nach Schwann durch Verästelung einfacher Zellen und deren gegenseitige Vereinigung entstehen soll, ist um die gegenwärtige Zeit nirgend eine Spur zu entdecken. Die Entstehung feinerer Gefäfs-Verzweigungen kann dann bemerkt werden, wann die Dotterzellen in den einzelnen Systemen und Organen sich mehr oder weniger vollständig metamorphosirt haben, und der kuglige Nahrungs-Inhalt schon beinahe ganz verbraucht ist. Das Blastema erhält dann ein eignes, durchscheinendes Ansehen; die Zellen haben meist einen mehr feinkörnigen Inhalt, und überall findet man die junge Generation vor, welche sich

durch die Kleinheit der Zellen, durch das deutliche Hervortreten des Kernes mit den Kernkörperchen, durch den feinkörnigen Zellen-Inhalt und durch die Aehnlichkeit mit der frühsten Form der Blutzellen auszeichnet. Man ist übrigens jetzt nicht im Stande, weder die Gefäfsstämme, noch die feineren Verzweigungen von den umliegenden Geweben zu isoliren. Die Wandungen, nur durch etwas festere Konsistenz markirt, gehen in die Umgebung so über, als wäre es eine Masse, und man erkennt nur auf Durchschnitten das Lumen. Dieses Verhalten zeigt sich schon an den Aortenbogen, und nachträglich werden hier, wie überall, erst die Gefäfswandungen isolirt. Die Entstehung der Blutbahnen ist durch kein Merkmal in den Geweben vorher angedeutet. Vielmehr spricht der Umstand, dafs die Kontraktionen des Herzens der Gefäfsbildung voraufgehen, ferner die Abwesenheit einer isolirten Gefäfswandung dafür, dafs nur durch die bewegenden Kräfte der *Systole* und *Diastole* des Herzens die Blutbahnen gebrochen und die Cirkulation überhaupt unterhalten werde.

Ziemlich gleichzeitig mit der Entwickelung der Aortenbogen fällt die Bildung des Kiemensystems. Es verdickt sich nämlich das Hautsystem an der äufseren Fläche der drei Gefäfsbogen des Herzens zu entsprechenden drei Kiemenbogen, welche also der Genesis gemäfs in der zweiten Visceralspalte (Kiemenspalte) liegen, unten auf den Kiemenbogenträger sich stützen und oben an die hintere Abtheilung des Schädels reichen. (Tab. II. Fig. 9.) An dieser letzteren Berührungsstelle mit dem Wirbelsystem entwickeln sich dann ganz augenscheinlich die äufseren Kiemen aus dem Bildungsstoffe der Kiemenbogen selbst. Sie treten zuerst als kleine Fortsätze hervor, die, wie das ganze Hautsystem, von der schwarzen Umhüllungshaut überzogen werden. Um sich mit Evidenz zu überzeugen, dafs nur von den Kiemenbogen selbst die kleinen Fortsätze der äufseren Kiemen hervorwachsen, mufs man mit grofser Vorsicht die Umhüllungshaut abzutrennen suchen. Dieses Verfahren ist an dieser Stelle nicht ohne Schwierigkeit, obschon in allen übrigen Gegenden des Hautsystems die Umhüllungshaut oft von selbst an todten, in schwachem Weingeist aufbewahrten Embryonen abfällt. Die Ursache hiervon liegt wahrscheinlich darin, dafs die Umhüllungshaut, insofern sie der Wechselwirkung mit der atmosphärischen Luft des Wassers zunächst ausgesetzt ist, bei dem Athmungsgeschäfte eine vermittelnde Stelle übernimmt und mit den äufseren Kiemen daher in eine innigere Beziehung gestellt ist. Bei der weiteren Ausbildung sehen wir aus den ursprünglichen, drei kleinen Fortsätzen eine gleiche Zahl fast fingerförmiger Kiemenbüschel entstehen, von denen der vorderste sowohl in der Ent-

wickelung voranschreitet, als auch später zuerst verkümmert. — Kiemenbogen und äufsere Kiemen haben also mit der späteren *Cutis* ein und dasselbe Urgebilde, welches ich eben das Hautsystem nenne.

Während vorn das Herz durch die Aortenbogen mit dem Kiemensystem in Verbindung steht, verzweigt sich das hintere Ende desselben, in zwei Schenkel ausgehend, unmittelbar in die vorderste Dotter-Partie der Bauchhöle. Letztere sieht man nun sehr bald von der übrigen Masse sich isoliren und selbstständiger werden. Sie nimmt gleich hinter der Herzhöle den mittleren, vorderen Raum in der Bauchhöle ein, und stellt die gegenwärtig noch gar nicht geschiedene Anlage der künftigen Leber und des Pankreas vor. (Tab. II. Fig. 8. 9.) Beide Organe entstehen also gemeinschaftlich als eine einfache Anlage unmittelbar aus dem Dotter, und zwar zu einer Zeit, wo beim Frosch noch keine Spur des Darmsystems in der Bauchhöle vorhanden ist. Die erste Form dieser Leber- und Pankreas-Anlage ist unregelmäfsig abgerundet, und die Konsistenz verhältnifsmäfsig locker. Vor der übrigen Dottermasse zeichnet sie sich durch eine hellere Farbe aus, doch kann man nichts von einer Struktur, wie sie sich später an der Oberfläche durch gleichmäfsig verlaufende Streifen markirt, gewahr werden. Mit ihrer unteren Fläche wird sie gleich hinter der Herzhöle äufserlich am Bauche des Embryo sichtbar.

Bemerkenswerth ist das Zellenleben in ihr. Nirgends findet man die Erzeugung junger Generation in den Mutterzellen so auffallend wie hier. Nimmt man ein kleines Stückchen aus einer etwas späteren Zeit unter das Mikroskop, so zeigen sich gröfsere Mutterzellen, gefüllt mit junger Generation, ferner freiliegende kleinere Zellen mit feinkörnigem Inhalte, hie und da freie Kerne und endlich noch ursprüngliche Dotterzellen mit kugligem Inhalte, die noch nicht metamorphosirt sind. Werden die Zellen zerquetscht, dann sieht man Zellenkerne in bedeutender Menge und von verschiedener Gröfse, und zahlreiche junge Zellen aus den verschiedensten Entwickelungsstufen.

Dieses thätige Zellenleben in der Leber- und Pankreas-Anlage wird nicht von einer merklichen Vergröfserung des angelegten Organes selbst begleitet, wie man es doch erwarten müfste; auch ist es nicht auf die Ausbildung einer inneren Struktur zurückzuführen, da dieselbe erst viel später sichtbar wird; es läfst sich endlich auch nicht mit irgend einer Funktion beim Darmsystem vereinbaren, da letzteres nicht einmal seine Entwickelung im Bauche begonnen, und Nahrungsmittel vollends noch lange nicht zugeführt werden.

Es bleibt uns daher nur übrig, auf das Blutsystem zurückzukommen, worauf die innige Gemeinschaft der Leber- und Pankreas-Anlage mit den hinteren Schenkeln des Herzens schon hindeutet. Hier kann es uns nicht entgehen, dafs wir ein sehr ähnliches Verhältnifs vor uns haben, wie beim Hühnchen, wo die hinteren Schenkel des Herzens sich in die *Area vasculosa* verzweigen, um dem Embryo das in jeder Hinsicht ergänzte Blut herbeizubringen; insonderheit werden in dem Gefäfshofe Blutzellen gebildet, was wir an seinem Orte auseinandersetzen wollen. Beim Frosch und wahrscheinlich bei allen niederen Wirbelthieren fehlt die *Area vasculosa* in der Bedeutung als blutbildendes System *); wir haben überdies nirgends eine Quelle, wo das Herz, wenn es auch gleich bei der ersten Entwickelung die ersten Blutzellen bildet, den weiteren Ersatz an Blut bei der Vergröfserung des Blutgefäfssystems möglicherweise hernehmen könnte. Daher folgen wir den hinteren Schenkeln des Herzens in die Leber- und Pankreas-Anlage, gleichsam wie in die *Area vasculosa*, und nehmen die Wahrscheinlichkeit auf, dafs das thätige Zellenleben in derselben unter den obwaltenden Umständen mit der Blutbildung in Verbindung stehe. Erwägt man nun die angeführte Beschaffenheit der Zellen in der bezeichneten Anlage, welche beim Zerpressen so viele Zellenkerne und Uebergangsbildungen zu wirklichen Zellen, die den ersten Blutkörperchen so ähnlich sind, sichtbar werden lassen, so dürfte man alle möglichen Bedingungen beisammen haben, welche die Annahme der Blutzellen-Bildung in der mehr ungeformten Leber- und Pankreas-Anlage des Frosches rechtfertigen. Auf welche Weise die junge Blutzellen-Generation zur Blutmasse selbst gelangt, habe ich bei der lockeren Beschaffenheit der Leber- und Pankreas-Anlage nicht ermittelt. Jedenfalls müssen die Mutterzellen einen Theil der Gefäfswandung bilden, damit beim Untergange derselben die jungen Blutzellen an das Blut abgegeben werden können. In der Bildungsgeschichte des Hühnchens werden wir bei der *Area vasculosa* Gelegenheit finden, ein solches Verhältnifs des Blutlaufes zu den Mutterzellen des Dotters, in welchen Blutzellen gebildet werden, näher zu beleuchten. Vorläufig mögen wir dabei stehen

*) Dass bei denjenigen niederen Wirbelthieren, welche während der Entwickelung einen Dottersack hervorbilden, letzterer in ähnlicher Weise, wie beim Hühnchen, durch Vermittelung der *Membrana intermedia* und aus der *Area vasculosa* entstehe, scheint mir aus seiner Lage vor der Leber, so wie aus der Umhüllung durch das Hautsystem unwahrscheinlich. Vielmehr vermuthe ich, dass die Gefäss-Verzweigungen an dem Dottersack nur zum Empfang von Nahrungsstoffen dienen. Es fehlte mir die Gelegenheit, mich näher über dieses Verhältniss des Dottersackes zu der Entwickelung des Embryo der niederen Wirbelthiere zu unterrichten.

bleiben, dafs alle jetzigen Umstände für eine Blutzellen-Bildung in der Leber- und Pankreas-Anlage des Frosches sprechen, wenn auch die Art und Weise, wie die jungen Blutzellen zur Cirkulation gelangen, nicht direkt gezeigt und durch ein später zu erwähnendes Verhalten der *Area vasculosa* im höheren Wirbelthier-Reich ergänzt werden mufs.

Aufser der Leber- und Pankreas-Anlage entwickeln sich durch unmittelbares Zusammentreten der Dotterzellen in der Bauchhöle die Wolff'schen Körper. Ihre Hauptmasse liegt, wie dieses zuerst J. Müller gezeigt, dicht an dem Kiemen-Apparat, und die Ausführungsgänge verlaufen längs dem unteren Rande der Rumpf-Visceralplatte zu der vom Hautsysteme gebildeten, ephemeren After-Oeffnung. Die rohe Anlage der Wolff'schen Körper markirt sich schon von aufsen nach Entfernung der Umhüllungshaut sehr deutlich, indem sie in der bezeichneten Lage nur von dem Hautsystem überdeckt ist, und wie alle durch die Dotterzellen eben zusammengesetzten Gebilde, verhältnifsmäfsig eine bedeutende Dicke haben. Sie zeigen dann fast die Form einer Keule, deren dickes Ende, die Hauptmasse, in der Nähe des Kiemen-Apparates, doch durch die *Membrana reuniens inferior* des Bauches von diesem geschieden, sich befindet. Bei der weiteren Ausbildung sehen wir die Hauptmasse zu einer Quaste kürzerer und längerer, mehr oder weniger geschlängelter, blinder Kanälchen sich entwickeln, von denen dann der anfangs ebenfalls noch geschlängelte, durch die Dicke sich aber nicht unterscheidende Ausführungskanal abgeht.

Von den Gebilden des Blutsystems, durch welches die gemeinschaftliche Ernährung der kleinen Zellen-Organismen des Embryo verwirklicht wird, waren also das Herz mit den Aortenbogen und den vom hinteren Ende desselben abgehenden Schenkeln, ferner die Leber- und Pankreas-Anlage, und endlich die Wolff'schen Körper durch unmittelbares Zusammentreten der Dotterzellen selbst gebildet. Das Kiemensystem aber, mit dem animalen Systeme in innigere Beziehung tretend, zeigte sich als eine Wucherung des Hautsystems.

Ueberblicken wir den Plan, nach welchem die Natur die Ernährung des gemeinschaftlichen Zellen-Organismus vermittelt, so stellt sich heraus, dafs zunächst in dem Herzen mit dem Blutgefäfssysteme die Bedingungen gegeben sind, wodurch das Blut (Blutzellen), als Träger der Nahrungsstoffe, zur Mittheilung mit den Zellen der Gewebe in Berührung treten kann, dafs ferner durch die Leber- und Pankreas-Anlage der Ersatz an Blutzellen geliefert wird, dafs dann in dem Kiemen-Apparat die Blutzellen dem Kontakte mit der atmo-

sphärischen Luft ausgesetzt werden, und endlich, dafs Organe vorhanden sind, in welchen das Blut von den anomalen, für die Ernährung nicht brauchbaren, gafsförmigen und substantiellen Stoffen befreit wird, nämlich die Wolff-schen Körper.

In der frühsten Zeit scheint es nicht, als ob sogleich mit der Thätigkeit des Herzens auch die Ernährung durch das Blut in voller Kraft vor sich gehe. Vielmehr vermuthe ich, dafs es anfangs nur auf die Bildung der Gefäfsverzweigungen abgesehen sei, da in den Zellen der Gewebe noch reichlicher Nahrungsinhalt vorgefunden wird. Wenn letztere sich mehr vermindert hat, so ist noch kein Kapillargefäfsnetz, wie wir es im entwickelten Thiere beobachten, vorhanden. So sehen wir auch bei der ersten sichtbaren Blut-Cirkulation in den äufseren Kiemen, dafs nicht eine einfache Reihe von Blutkörperchen, sondern mehre nebeneinander die Gefäfsschlinge passiren. Die Wechselwirkung zwischen dem Blute und den Gebilden des Embryo, in welchen die plastische Kraft der einzelnen Zellen noch in gröfserer Integrität erhalten ist, mufs daher in allen Gefäfsstämmen vor sich gehen können, und der Umstand, dafs die Gefäfswandungen von den Umgebungen nicht isolirt sind, kommt hierbei wesentlich zu Hilfe. Von der, dem Blute zunächst gelegenen Zellenschicht wird alsdann der Ernährungsstoff an die entfernter liegenden Zellen der Gebilde weiter verbreitet. Ein Gleiches dürfen wir auch bei der Mittheilung des Sauerstoffes von Seiten des Blutes an die Gewebe voraussetzen.

Da das Blut in gegenwärtiger Zeit noch keine Nahrungsstoffe durch das Darmsystem empfängt, so wird es wahrscheinlich, dafs entweder die junge kräftigere Generation der Blutzellen, indem sie sich unter die bestehenden Blutkörperchen mengt, letztere damit versorgt *), oder dafs bei der Cirkulation durch die Leber- und Pankreas-Anlage von den daselbst vorhandenen Dotterzellen Nahrungsstoff mitgetheilt wird. Im letzteren Falle würde dann die Leber- und Pankreas-Anlage in ihrer jetzigen Funktion ganz mit jener Dotterschicht zu vergleichen sein, welche wir in der *Area vasculosa* beim Hühnchen beschreiben werden.

Die rohere Wechselwirkung zwischen dem Blute und den Geweben behufs der Ernährung bei einer noch mehr unversehrten, individuellen Kraft der

*) Bei dem Ernährungsprozesse gehe ich von der Ansicht aus, dass die Blutzellen die Träger des Nahrungsstoffes sind, und letzteren den Zellen der Systeme und Organe durch den Kreislauf zur Mittheilung herbeiführen. Später werde ich Gelegenheit nehmen, diese Ansicht näher zu erläutern und zu rechtfertigen.

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY WOODS HOLE LIBRARY MASS.

Zellen hatte sich auch schon in der Einwirkung des Central-Nervensystems auf das Wirbelsystems dokumentirt, bevor die peripherischen Nerven irgendwo nachgewiesen werden können.

Der weitere Fortschritt in der Entwickelung des animalen Systems. (Tab. II. Fig. 9. 15. etc.)

Bevor ich zu der Anlage des Darmsystems schreite, will ich noch allgemein den Zustand der Entwickelungs-Metamorphose des animalen Systems um die jetzige Zeit zusammenfassen. Wir halten uns hier nur an die Form-Verhältnisse. Die individuelle Ausbildung der einzelnen Systeme aus den Zellen ist von Schwann so ausgezeichnet dargestellt, dafs ich auf dessen, in jeder Hinsicht so interessanten Schrift verweise. Wo ich Gelegenheit nahm, diesen Gegenstand zu verfolgen, da konnte ich gemeinhin nur Schwann's Beobachtungen bestätigen. Auffallend deutlich ist beim Frosch-Embryo die Entwickelung der primitiven Muskelbündel aus den Zellen zu sehen. (Tab. II. Fig. 6.) Auf einen Umstand bei der Zellen-Metamorphose möchte ich noch aufmerksam machen. Während nämlich in den disponibeln Dotterzellen selbst, sowie in denen der ersten Anlagen des Embryo an dem herausdrückbaren Kern die Kernkörperchen nicht bemerkbar sind, obschon sie sich sonst durch ihre scharfe Contouren sehr auszeichnen, so treten sie später bei der weitern Entwickelung des Embryo deutlich hervor, und bei der jungen Zellen-Generation lassen sie sich überall wiedererkennen. Dieses veranlafst mich zu vermuthen, dafs die Kernkörperchen nicht sowohl, wie Schwann glaubt, die Grundlage der Zellen sind, sondern vielmehr eine besondere Metamorphose des Kernes an solchen Zellen, welche einem gemeinschaftlichen Zellenleben im höheren Organismus bestimmt sind. Auch an den Dotterzellen des Hühnereies beobachten wir dasselbe.

Der Frosch-Embryo bildet sich zunächst zu der, dem Fische so ähnlichen Larve aus. Das Hautsystem entwickelt, zur Unterstützung der Bewegung im Wasser, die Flossen. Aufserdem dient es zur Bildung zweier hornartiger Platten an der Mundöffnung, welche die einzigen Frefswerkzeuge der Larve sind. Im Uebrigen ist es jetzt zum gröfsten Theil schon blofse Schutzhülle des Wirbelsystems geworden. Nur am Rumpfe fungirt es noch als *Membrana remiens inferior* und formirt die ephemere After-Oeffnung. — Das Central-System der animalischen Nerven verliert, indem die Urhälften sich verdicken und inniger vereinigen, mehr und mehr seine Röhrenform; die in dem Innern des Kanals befindlichen Rudera der schwarzen Umhüllungshaut

lassen sich bald nicht mehr nachweisen; das Rückenmark erscheint nun als cylindrischer Strang, und in dem Gehirn erhält sich die Röhre in den Ventrikeln. Auch das peripherische Nervensystem wird sichtbar.

Am wichtigsten sind die Veränderungen des Wirbelsystems. An dem ersten Kopfwirbel hat sich das Gesicht der Frosch-Larve vor der, durch die Stirnwand vorn abgeschlossenen Schädelhöle vollständig konformirt. Dasselbe dient zur Wirkungsstätte desjenigen Organs, welches bei dem Aufsuchen von Nahrungsmitteln am thätigsten ist, des Geruchsinnes, und bildet gleichzeitig aus der, durch den ersten Visceralbogen mit der entsprechenden Schädel-Partie formirten Oeffnung den Mund für die Aufnahme derselben. Von dem zweiten Visceralbogen hat sich der Kiemendeckel zum Schutz des Kiemensystems entwickelt; das Analogon des dritten Visceralbogens der niederen Wirbelthiere fungirt in etwas erweiterter Form als Kiemenbogenträger, und die zweite Visceralspalte dient als Kiemenspalte, in welcher die Kiemenbogen mit den drei äufseren Kiemenbüscheln liegen. Die erste Visceralspalte, welche sich im höheren Wirbelthier-Reich in die *tuba Eustachii*, die Trommelhöle und in den äufseren Gehörgang verwandelt, verwächst hier vollständig. Die Rückenplatten haben sich am Kopfe und Rumpfe vereinigt; dagegen die Visceralplatten des Rumpfes, welche das sich jetzt erst bildende Verdauungs- und Assimilations-System umhüllen sollen, nicht unterwärts weiter wachsen, sondern durch die *Membrana reuniens inferior* des Rumpfes zusammengehalten werden. (Tab. II. Fig. 9. 10. 11. etc.)

Bemerkenswerth ist nun noch der weitere Entwickelungsprozefs der beiden Urplatten des Wirbelsystems, welche bisher, getrennt durch die *Chorda dorsalis*, eine noch lückenhafte Scheidewand beider Wirbelröhren bildeten. Sobald als das Central-Organ des Nervensystems im Wesentlichen konformirt ist, und nun das System für die Assimilation der materiellen Aufsenwelt sich zu entwickeln beginnt, so zeigen diese Urplatten des Wirbelsystems das Bestreben, durch gegenseitige vollkommene Vereinigung die beiden Hauptsysteme des Körpers zu trennen. Dieses geschieht zuerst unterhalb der Wirbelsaite, und zwar am frühsten in der Gegend des ersten Kopfwirbels, dann am übrigen Theile des Schädels und zuletzt ziemlich gleichzeitig am ganzen Rumpfe. Die Wirbelsaite liegt dann mit der rudimentär gewordenen Spitze innerhalb der oberen Wirbelröhre gleichzeitig mit dem Centralorgane des Nervensystems, welchem sie, namentlich vorn, innig anliegt. (Tab. II. Fig. 15.) Nun vereinigen sich die Urplatten des Wirbelsystems auch oberhalb der *Chorda*

dorsalis in derselben Reihenfolge. Vorn aber ist unterdefs die Spitze der Wirbelsaite verkümmert und befindet sich als Rudiment an dem Anfange des zweiten Schädelwirbels, mit der unteren Fläche des Gehirns (der Boden des dritten Ventrikels) in einem ziemlich festen Zusammenhange stehend. (Tab. II. Fig. 17.) Daher können an der künftigen Basis des ersten Schädelwirbels die Urplatten des Wirbelsystems die *Chorda dorsalis* nicht oberhalb umwachsen, sondern es verdickt sich nur die schon vollführte Vereinigung derselben. Bei dem Beginne des zweiten Schädelwirbels aber (gleich hinter der künftigen *Sella turcica*) ist die Wirbelsaite noch so kräftig, dafs sie dem unmittelbaren Verwachsen der Urplatten Widerstand leistet; hier (Tab. II. Fig. 16.) geschieht also zuerst die Vereinigung derselben auch oberhalb der *Chorda*. Die noch kräftige Spitze der Wirbelsaite wird an dieser Stelle zunächst mit einem schmalen Halbringe umgeben, vor dem der rudimentäre, dahinter der noch kräftige übrige Theil der *Chorda* sich befindet. Nun verkümmert die Wirbelsaite nach hinten immer mehr und mehr. In gleichem Maafse füllt sich allmählig der Halbring vollständig aus, und das frei liegende, verkümmerte vorderste Ende der *Chorda* wird dadurch gänzlich von dem übrigen Theile geschieden. Dasselbe liegt hier in einer durch diese Ringbildung hervorgebrachten Grube (*Sella turcica*) der Schädelbasis als die bekannte *Glandula pituitaria* (Tab. II. Fig. 18.), die ihrer Genesis gemäfs auch später die innige Gemeinschaft mit dem Boden des dritten Gehirn-Ventrikels und der in der Wirbelsäule gleichsam begrabenen *Chorda dorsalis* offenbart.

Inzwischen geht das Umwachsen um die Wirbelsaite auf deren Oberfläche sowohl am übrigen Theile des Schädels, als auch gleichzeitig am Rumpfe schnell vor sich. Die Urplatten des Wirbelsystems haben alsbald selbstständig die Scheidewand zwischen beiden Wirbelröhren gebildet, und die *Chorda* befindet sich in einer von ihnen gebildeten Röhre. Das Wirbelsystem besteht demnach sowohl am Kopfe als am Rumpfe aus zwei theils geschlossenen, theils durch das Hautsystem ergänzten Röhren; die obere für das Central-Nervensystem, die untere für die Eingeweide des Blutsystems und für das Darmsystem. Sie haben in den Urplatten einen gemeinschaftlichen Theil, der zugleich ihre Trennungswand ist. In den Urplatten entwickelt sich am Rumpfe die Wirbelsäule, am Kopfe die Schädelbasis, welche also gemäfs der Genesis ursprünglich aus zwei Theilen zusammengesetzt werden. Die Skelettheile der Wirbelröhren, welche durch die von dem äufseren Rande der Urplatten hervorwachsenden Rücken- und Visceralplatten gebildet werden, sind die von den

Wirbelkörpern abgehenden oberen und unteren Wirbelbogen (Rippen). Die früher besprochene Krümmung des Embryo am vordersten Ende, welche bei der ersten Anlage des animalen Systems gegeben war, hat sich gegenwärtig fast gänzlich ausgeglichen, so dafs das Central-Nervensystem mit seinen Umgebungen in einer geraden Richtung durchweg fortläuft.

Die Verkümmerung der Wirbelsaite schreitet unter der beständig nachfolgenden, innigeren Vereinigung beider Urplatten des Wirbelsystems von vorn nach hinten immer weiter, und im entwickelten Frosch behalten wir nur noch zwischen den einzelnen Wirbeln ihre Rudimente.

Fragen wir nach der eigentlichen Bedeutung der *Chorda dorsalis*, so mufs dieselbe in jener Zeit gesucht werden, wo sie am vollständigsten gebildet dastand und ihren Verkümmerungsprozefs noch nicht angetreten hatte. Hier kommen wir aber gerade auf diejenige Entwickelungsperiode zurück, in welcher zuerst das animale System angelegt wird. Sie wurde zu gleicher Zeit mit den Urhälften des Central-Nervensystems sichtbar, als einfaches Gebilde inmitten der paarigen Anlage. Der Form nach zeigte sie sich so frühe schon beinahe vollendet; sie bildete einen einfachen cylindrischen Strang in gröfster möglicher Ausdehnung von vorn nach hinten, so weit nur embryonisches Leben vorhanden ist; dieselbe Form behält sie auch später. Während nun die Urhälften des Central-Nervensystems über ihr zur gegenseitigen Vereinigung heraufwachsen, übernimmt sie als einfaches Gebilde eine ähnliche Stellung zu der paarigen Anlage des Wirbelsystems, und gleichzeitig, wenn auch nur im entfernteren Sinne, zum Hautsysteme. Sobald nun das Wirbelsystem, sich an ihm haltend und stützend, im Wesentlichen konformirt ist, so beginnt die Verkümmerung der Wirbelsaite, und zwar ganz augenscheinlich in gleichem Schritte mit der Ausbildung des Wirbelsystems. Aus diesen Beobachtungen folgere ich nun:

1) dafs die *Chorda dorsalis* ihre hauptsächlichste Funktion nur während der Anlegung des animalen Systems hat,

2) dafs die Wirbelsaite und das Wirbelsystem zwei ursprünglich verschiedene Gebilde sind und nicht zusammen gehören, endlich

3) dafs aber die Wirbelsaite und das Wirbelsystem in ihrem späteren sich gegenseitig beschränkenden Verhalten eine gleichartige Bedeutung für die Lebens-Aeufserungen des Wirbelthieres in den verschiedenen Entwickelungsstufen verrathen.

Nun zeigt sich das Leben des Thieres vor der Verkümmerung der Wirbelsaite nur allein in der Entwickelung von paarigen Anlagen des animalen Systems, die zur gegenseitigen Vereinigung streben; und die *Chorda dorsalis* ist in ihrer vollendeten Einfachheit das stützende und haltende Gebilde mitten unter den zur gegenseitigen Vereinigung strebenden Doppel-Anlagen. In dem Wirbelsystem aber kann dieselbe Funktion, die Stütze und Haltung, welche dasselbe dem Wirbelthiere giebt, nicht verkannt werden. Es haben sich nur die Lebens-Aeufserungen verändert, und wenn für die Anlegung des animalen Doppelsystems der einfache Cylinderstrang der *Chorda* hinreichte, so bedurfte das entwickelte Thier des ihm eigenthümlichen, komplizirten Wirbelsystems. Es wird aus dem Angeführten erklärlich, wie bei der gegenseitigen Beschränkung der Wirbelsaite und des Wirbelsystems das erstere in den niedrigsten Wirbelthieren sich noch kräftiger erhalten und wohl gar noch als Stütze desselben dienen könne. Wenn aber vom Typus des Wirbelsystems die Rede ist, dann darf die Wirbelsaite nur als die ehemalige oder rudimentär noch fortdauernde Stütze desselben, niemals als integrirender Bestandtheil mitsprechen.

Nachdem das Wirbelsystem in der genannten Weise vollständig konformirt ist, so beginnt die Scheidung in Hart- und Weichgebilde, deren nähere Auseinandersetzung nicht in dem Plane vorliegender Abhandlung liegt. Hierbei ist jedoch zu bemerken, dafs die Wirbel-Abtheilungen, welche zuerst in den Urplatten, etwas später auch in den Visceral- und Rückenplatten sich entwickeln, nicht allein auf das Skelett, sondern auch auf die Weichgebilde zu beziehen sind, und dafs sie sich namentlich bei der Frosch-Larve vorzugsweise zunächst im Muskelsystem dokumentiren, während das knorplige Skelet anfangs kaum etwas davon äufserlich sichtbar werden läfst.

Anmerkung. Herr Professor H. Rathke stellt die Entstehung der *Glandula pituitaria* bei der Natter (Entwickelungsgeschichte der Natter. S. 81.) so dar, als ob die sogenannte Schleimhaut des Mundes sich durch die Schädelbasis mit einem Theile heraufstülpe, und zum Gehirn-Anhange abgeschnürt werde. Weder beim Frosch, noch beim Hühnchen und den Säugethieren habe ich einen derartigen Bildungsprozefs wahrnehmen können. — Ferner beschreibt der Verfasser (a. a. O. S. 14 und 31 etc.) die Wirbelsäule als ein, von einer Belegungsmasse der *Chorda dorsalis* sich entwickelndes Gebilde. Nach meinen Untersuchungen bei den Säugethieren und dem Hühnchen, bei den Tritonen und den Fröschen, wo die Wirbelsaite so aufserordentlich ausgebildet ist, habe ich aus oben ersichtlichen Gründen einer solchen Betrachtungsweise des Wirbelsystems durchaus nicht folgen können. Wo ich die Wirbelsaite untersuchte, sah ich ihren Bildungsstoff vollkommen von dem des Wirbelsystems gesondert, so dafs sie bei

Embryonen, welche in schwachem Weingeist aufbewahrt waren, aus der, von der Wirbelsäule formirten Röhre nur zu leicht herausfiel, was auch schon Herr v. Bär bemerkt. — Die von demselben Naturforscher erwähnten zwei Seitenbalken (a. a. O. §. 33 und §. 50), welche seitlich von dem vorderen Ende der Basis des zweiten Schädelwirbels nach vorn abgehen sollen, habe ich gleichfalls nicht in einer solchen einflufsreichen Abgeschlossenheit auffassen können. Der Bildungsstoff der Wirbelsäule und der Schädelbasis ist an den Seiten-Partieen, wo die obere und untere Wirbelröhre ihren Anfang nehmen, im Allgemeinen und namentlich mehr hervortretend an der breiten Basis des ersten Schädelwirbels, von welcher die *Chorda dorsalis* nicht eingeschlossen wird, in etwas gröfserer Masse angehäuft; doch überall geht er vollkommen kontinuirlich nach der Mitte über. Bei der Natter gehen diese Seiten-Partieen nicht allein am ersten, sondern auch theilweise am letzten Schädelwirbel frühzeitig in den Knorpelzustand über, ohne dafs an einzelnen Stellen die Mitte der Schädelbasis ein Gleiches thut; ja letztere verknöchert gröfstentheils, ohne einen besonders hervortretenden Knorpelzustand anzunehmen. Worin diese Eigenthümlichkeit des Schädels der Natter (bei den Säugethieren, Vögeln, Tritonen, Fröschen findet sie sich in solcher Weise nach meinen Untersuchungen nicht) ihren Grund hat, ist zur Zeit noch nicht ermittelt. Nirgend, auch nicht nach mehrfach angestellten Beobachtungen bei der Natter, habe ich mich überzeugen können, dafs Fortsetzungen der genannten Seiten-Partieen des ersten Schädelwirbels (Rathke's Seitenbalken), anfangs vorn auseinander stehend, später zur Gesichtsbasis (Nasenscheidewand) verwüchsen. Die beiden knorpligen Fortsätze, welche im niederen Wirbelthier-Reich von den Seitentheilen des ersten Schädelwirbels zum Gesichte abgehen, haben keinen Antheil an der Gesichtsbasis selbst; denn letztere existirt bei den nackten Amphibien neben jenen. — Die nähere Auseinandersetzung dieses Gegenstandes behalte ich mir für einen anderen Ort vor. — Rathke's mittlerer Balken des Schädels (a. a. O. Tab. I. Fig. 7 f.) kommt auch bei den Fröschen vor und ist die Stelle, wo wir die Entstehung des knorpligen Ringes bei der Vereinigung der Urplatten des Wirbelsystems beschrieben haben. An der innern Fläche der Schädelbasis bildet sich in Folge dessen vor dem Ringe die Grube für die *Glandula pituitaria*. Im höheren Wirbelthier-Reich wuchert die Bildungsmasse an derselben Stelle nur viel stärker aufwärts in die Bucht zwischen der ersten und zweiten Gehirn-Partie hinein. — Nach meinen Untersuchungen giebt es keinen wesentlichen Unterschied in der Konformation der Schädelbasis des ersten und der beiden andern Kopfwirbel; es sei denn, dafs man den Vorgang berücksichtigen wollte, nach welchem die Urplatten des Wirbelsystems nicht zur Umschliefsung der *Chorda dorsalis* gelangen. Vielleicht ist dieses der Umstand, welcher unseren Embryologen zu der angedeuteten Betrachtungsweise des Schädelbaues veranlafst. — Bei der Entwickelung der Hartgebilde des Wirbelsystems macht sich schon die Individualität des Thieres geltend, und die Grundgesetze der typischen Konformation werden einer klareren Anschauung mehr oder weniger entzogen. —

Das Darmsystem.

Die Entwickelung des Darms beginnt, nachdem das animale System vollständig ausgebildet, und das Blutsystem zur Vermittelung der gemeinschaftlichen Zellen-Ernährung angelegt ist. Das Nahrungsmaterial befand sich an-

fangs in dem kugligen Inhalte der Zellen selbst, später wurde es durch die Leber- und Pankreas-Anlage dem Blutsystem, und auf diese Weise den Gebilden des Embryo zugeführt. Einer Verdauung bedurfte es hier nicht. Die Larve sieht um diese Zeit, oberflächlich betrachtet, ganz vollständig aus. Sie lebt mit äufseren Kiemen und bewegt sich sehr behende; doch nimmt sie keine Nahrungsmittel zu sich. Das Darmsystem ist nun zur Aufnahme fremder Nahrungsstoffe bestimmt, um dieselben durch Verdauung und Assimilation dem Blutsysteme zuzuführen. Seine Konformation führt uns wieder zum Dotter zurück.

Der Rest des Dotters nimmt gegenwärtig die grofse, hintere Abtheilung der Rumpf-Visceralhöle ein, so zwar, dafs er vorn und oben an der Schlundöffnung beginnt, und bis auf die Leber- und Pankreas-Anlage und die Wolff'schen Körper den übrigen Raum derselben vollständig ausfüllt. Der Dotter grenzt demgemäfs vorn an die Schlundöffnung, an die hier anstofsende Auskleidungs-Membran der Mundhöle und an die Leber- und Pankreas-Anlage, hinten, unten und seitlich an das Hautsystem (*Membrana reuniens inferior*), endlich oben an die Wirbelsäule, an die Visceralplatten und an die daran liegenden Wolff'schen Körper. (Tab. IV. Fig. 8. 9.) Im Uebrigen aber liegt er ganz frei, durch keine eigenthümliche Membran zusammengehalten. Er hat die Form der Rumpf-Visceralhöle selbst, und geht demgemäfs nach oben gegen die Wirbelsäule spitz zu. In den einzelnen Dotterzellen findet man jetzt schon überall junge Generation vorhanden, und rund um die Oberfläche hat sich dieselbe befreit und zur Disposition der weiteren Entwickelung gestellt. Die Bildung des Darmsystems zerfällt gemäfs der Bestimmung desselben in zwei Abtheilungen:

1) in die Konformation des eigentlichen assimilirenden Organes, der Schleimhaut, und

2) in die Entwickelung einer theils bewegungslosen, theils bewegungsfähigen Hülle und der Drüsen-Apparate für das Central-Organ des vegetativen Systems.

Diese zweite Abtheilung habe ich zur leichteren Darstellung, und weil sie eine gemeinschaftliche Anlage und Bestimmung hat, unter dem Namen „Darmhautsystem“ zusammengefafst. Eine ähnliche Scheidung zeigte sich auch bei der Anlage des animalen Systems. Bei dem Frosch und Triton, und wahrscheinlich bei allen niederen Wirbelthieren, wo der Dotter schichtweise für die Entwickelung des Embryo verbraucht wird, entsteht nun die Darmhaut

zuerst, und als letzter Bildungsakt des Dotters, der Repräsentant des vegetativen Systems, die Schleimhaut. Bei den höheren Wirbelthieren findet hier durch die *Membrana intermedia* eine Abweichung Statt.

Das Darmhautsystem.

Die Urmembran, welche zur Unterstützung der Wirksamkeit des assimilirenden Organes bestimmt ist, entwickelt sich von dem Dotter auf die Weise, dafs zunächst die an das Wirbelsystem angrenzende, oberflächlichste Zellenschicht jederseits zu einer häutigen Anlage zusammentritt. Dieselbe stellt sich dann als eine dachförmige Bedeckung der beschriebenen Dottermasse dar, und haftet mit ihrer oberen Kante längs der Wirbelsäule fest. Am kräftigsten erscheinen diese, gleichsam von beiden Seiten der Wirbelsäule herabhangenden, membranösen Platten (v. Bär's Darmplatten beim Hühnchen) an der Schlundöffnung und nach hinten, wo der Mastdarm sich bilden soll. Sehr bald wachsen diese beiden Urplatten der Darmhaut weiter nach unten, und hüllen, indem sie sich vereinigen, den ganzen Dotter ein. Die Darmhaut bildet demnach um die jetzige Zeit einen flach ovalen Sack in der Rumpf-Visceralhöle. (Tab. IV. Fig. 21.) Sie berührt als oberflächlichste Zellenschicht des Dotters überall diejenigen Theile, an welche letzterer vorhin angrenzte. Hinten öffnet sie sich durch den ephemeren Hautafter, gleichzeitig mit den Ausführungsgängen der Wolff'schen Körper. Vorn reicht sie an die Schlundöffnung, und steht hier in unmittelbarer Verbindung mit der Auskleidungs-Membran der Kopf-Visceralhöle, so dafs man letztere als den am frühsten entstehenden Kopftheil der Darmhaut selbst ansehen mufs.

Nun theilt sich dieser Darmhaut-Sack in drei Abtheilungen, indem von beiden Seiten der Ur-Membran in verschiedenen Abständen zwei Erweiterungen nach der Mitte des Dotters sichtbar werden. (Tab. II. Fig. 10.) Dieselben sind äufserlich nach Entfernung der Umhüllungshaut durch zwei fast quer verlaufende Schatten markirt. Der eine, vordere geht gleich hinter den Wolff'schen Körpern in querer Richtung von links nach rechts hinter der Leber- und Pankreas-Anlage hinweg, der andere, etwa auf der hinteren Grenze des dritten Viertheiles der Dottermasse, von rechts nach links und zugleich nach vorn. Durch die erste Erweiterung wird die Gegend des Magens, durch die zweite die des Dickdarms markirt; und in der Mitte liegt nun die bei weitem gröfste Abtheilung für die Ausbildung der dünnen Därme. Während nun die vordere und hintere Abtheilung sich verlängern und verdünnen, so metamorphosirt sich

auch die mittlere zum Rohr der dünnen Därme. Es wächst nämlich an dem Uebergange zum Dickdarm eine Darmschlinge hervor, und an dieser zieht sich gleichsam die grofse mittlere Abtheilung nach und nach in die bekannte doppelte Schneckenform des Larven-Dünndarms aus. (Tab. II. Fig. 11. 12.)

Der ganze Darmsack wird auf diese Weise allmählig in einen sehr langen, überall beinahe völlig gleichmäfsigen Schlauch verwandelt, an welchem nirgends ein Theil den anderen besonders an Dicke überwiegt; man kann bei der Froschlarve die früher angedeuteten drei Regionen des Darmhaut-Sacks an der Dicke gar nicht unterscheiden. Diese Gleichmäfsigkeit des Darmschlauchs ist nur an einer einzigen Stelle, wo die Leber- und Pankreas-Anlage berührt wird, scheinbar aufgehoben, indem hier eine ringförmige Partie etwas über das Niveau des anstofsenden Darmtheils hervorragt. Doch der Kanal selbst wird dadurch nicht erweitert, sondern es ist nur die Wandung verdickt. Dieses führt uns zur Betrachtung der, die Darmhaut zusammensetzenden Zellen.

Ursprünglich sind es die einfachen Dotterzellen, welche sich sowohl in der Kopf- als in der Rumpf-Visceralhöle aggregiren, um die Darmhaut zu bilden. Die Entwickelung derselben geschieht nun anfangs in der schon öfters angeführten Weise, dafs auf Kosten des kugligen Inhaltes die Zellen-Membran sich erweitert, und auch junge Generationen sich hervorbilden. Ist nun die Larven-Darmform schon ziemlich erkennbar, so werden die Zellen der Darmhaut auf zweifache Art verwendet:

1) sie formiren eine Hülle für die Aufnahme der fremden Nahrungsstoffe und zur Ausbreitung für das, dieselben assimilirende Organ, für die Schleimhaut;

2) sie entwickeln die Drüsen, deren Sekrete die Verdauung der Nahrungsmittel bewirken.

Diejenigen Zellen, welche zur Formirung der Hülle bestimmt sind, bilden sich in der Mundhöle zu einer einfachen Membran aus, und man erkennt hier, wie in allen solchen Fällen, während der Larvenzeit sehr schön die sich polyedrisch abgrenzenden Mutterzellen und die junge Generation sammt Kern und Kernkörperchen. In der Rumpf-Visceralhöle aber, wo eine eigenthümliche Bewegung behufs des Weiterschaffens der Nahrungsstoffe bei der Assimilation nothwendig wird, entwickeln sich diese Zellen bei der Larve hauptsächlich zu primitiven, queren Muskelbündeln; die Längsbündel sind nur

selten. Die Muskulatur des Darmschlauchs ist am kräftigsten in dem Theile gleich hinter der Schlund-Oeffnung ausgebildet.

In Betreff der Zellen der Darmhaut, welche zu Drüsen sich metamorphosiren, ist zu bemerken, dafs ihre Zahl nur gering ist im Verhältnifs zu denen, welche für die Hülle verwendet werden, und dafs sie gemäfs der Genesis mit der Darmhülle innig zusammenhangen. In der Mundhöle entwickeln sie sich später zu den Drüsen, welche bei der ersten Nahrungs-Aufnahme durch ihr Sekret wirksam sind. In der Bauchhöle häufen sie sich vorzugsweise zu Anfange in jener ringförmigen Darm-Partie an, welche an der Leber- und Pankreas-Anlage vorbeigeht. Hier haben sie sich in unzähliger Menge entwikkelt und sind dicht nebeneinander gelagert. Sie bilden einzeln mit blofsem Auge kaum zu unterscheidende, fast cylindrische Körper, die mit der Basis auf der Muskelhaut festsitzen, mit den abgerundeten Spitzen gegen die Höle des Darmschlauchs gerichtet sind. Diese Drüschen sondern den Darmsaft ab, welcher zur Verdauung der Nahrungsmittel dienen soll. Sie sind es, die schon an der Aufsenfläche des Darms durch eine weifsliche Färbung desselben sich markiren, und durch welche diese Gegend etwas voluminöser wird. Die Höle jedoch ist dadurch nicht vergröfsert, vielleicht noch etwas verkleinert. Im Uebrigen ist weder eine *Cardia* noch ein *Pylorus* vorhanden; und die Nahrungsstoffe gehen ohne Aufenthalt durch den ganzen gleichmäfsigen Darmschlauch hindurch. Auch kein Afterschliefser verhindert den fortdauernd allmählig heraustretenden Exkrementen den Weg, indem er zu Anfange nur vom Hautsystem gebildet wird. Aufserhalb der bezeichneten ringförmigen Darmstelle konnte ich die cylinderförmigen Drüschen weder mit der Lupe noch unter dem Mikroskop an der Darmhülle entdecken. Ein Uebersehen derselben ist bei der so grofsen Durchsichtigkeit der Muskelhaut wenigstens sehr schwer. Höchst selten traf ich bei meinen Untersuchungen mit dem Mikroskop auf eine dunklere Stelle, die durch Anhäufung von nur sehr wenigen Zellen hervorgerufen wurde. Wahrscheinlich waren das auch nur Drüschen, welche für die Verdauung bestimmt sind.

Auf diese Weise ist die Metamorphose der Darmhaut vollendet, und auch das Blutsystem schickt nun seine Kanäle ihr zu. Es entwickelt sich in der Darmhülle ein dichtes Blut-Gefäfsnetz, und die Blutkügelchen, welche man in denselben bei der Durchsichtigkeit der Muskulatur sehr deutlich erkennen kann, zeichnen sich dadurch aus, dafs sie einen feinkörnigen Inhalt wahrnehmen lassen, der sich in der Nähe des Kernes abgelagert hat. Zuweilen

erscheint die ganze Blutzelle damit angefüllt, und in diesem Falle hat sie eine mehr kuglige Form. An den übrigen Theilen des Körpers und selbst in einigen Gefäfsen der Muskelhaut des Darmsystems waren um die jetzige Zeit schon die mehr durchsichtigen, fast linsenförmigen Blutzellen mit deutlichen, doch nicht granulirten Kernen vorhanden.

Das Darmhautsystem der Froschlarve hat sich also aus einer einfachen Urmembran, der Darmhaut, in folgender Weise herausgebildet. Es zerfällt in zwei Abtheilungen, in den Kopf- und in den Bauchtheil. Der Kopftheil entsteht zuerst, hat in der Kopf-Visceralhöle (Mundhöle) seine Lagerung, ist ohne erkennbare Gefäfse (diese erscheinen später bei der Larven-Metamorphose), bildet keine Muskulatur, ist demnach selbst bewegungslos und nur eine, aus polyedrisch sich abplattenden Zellen zusammengesetzte Membran, in welcher hin und wieder einzelne Zellen-Anhäufungen (Drüsen) sichtbar sind; er wird aber mit Hilfe des animalen Kopftheiles beweglich, und zur unmittelbaren Aufnahme der Nahrungsstoffe befähigt. Die Bauch-Abtheilung, in der Rumpf-Visceralhöle (Bauchhöle) gelagert, entwickelt, sich mehr isolirend vom animalen Systeme, die selbstständige Form des eigentlichen Darmschlauches. Ihre Zellen sind theils zu einer muskulösen, überall gleichmäfsig dicken Röhre, in welcher ein dichtes Blutgefäfsnetz sich verzweigt, theils zu den, an der Muskulatur festsitzenden Drüsen verwendet. An der inneren Fläche des muskulösen Darmschlauches und der daran haftenden Drüsen erhält die bald zu beschreibende Schleimhaut ihre Ausbreitung.

Es liegt daher im Darmhautsystem der Inbegriff alles dessen, was zunächst die Wirksamkeit des vegetativen Central-Organes, der assimilirenden Schleimhaut, unterstützt. Das Verhältnifs ist ähnlich, wie das des Wirbelsystems zu dem animalen Central-Organ, dem Central-Nervensysteme, während das Hautsystem über das Ganze, doch gemäfs der Genesis in inniger Beziehung zu dem prädominirenden animalen Systeme, die schützende Hülle bildet. Aus dem Kopftheil gelangt das Nahrungsmaterial in die Bauch-Abtheilung, wird durch die Sekrete der Drüsen-Apparate verdaut, durch die Zusammenziehungen der muskulösen Hülle nach und nach mit dem assimilirenden Central-Organe in Berührung gebracht, und das Exkrement aus dem Körper geschafft.

Da der muskulöse Darmschlauch der Froschlarve bei der Metamorphose zum entwickelten Thiere eigenthümliche Veränderungen erleidet, so wollen wir seine jetzige Funktion noch besonders auf folgende Punkte zurückführen. Er

bildet die allgemeine Form und das Behältnifs für die Nahrungsmittel, dient zur Fortbewegung derselben behufs der Verdauung und Assimilation, ferner zum Sitz der Drüsen-Apparate, deren Sekrete die Verdauung bewirken, dann zur Ausbreitung des assimilirenden Central-Organes, der Schleimhaut, endlich zur Verzweigung der Blutgefäfse, welche der Schleimhaut den Nahrungsstoff für den Organismus abnehmen.

Zum Schlufs machen wir noch, mit Rücksicht auf die Bildungsgeschichte der höheren Wirbelthiere, darauf aufmerksam, dafs die Urmembran des Darmhautsystems nicht allein in der Bauch-Abtheilung, sondern auch in dem Kopftheile gleich zu Anfange vollkommen isolirt sich ablagert, und dafs erst nachträglich, wegen des gemeinschaftlichen Wirkungskreises mit dem animalen Systeme bei der Nahrungs-Aufnahme, eine innigere Beziehung zu den Bildungstheilen der Kopf-Visceralhöle sich geltend macht.

Entwickelung des die fremden Nahrungsstoffe assimilirenden Organes, der Schleimhaut.

Um die Zeit, wann die, in der Bauchhöle befindliche Darmhülle bereits einen kleineren, schneckenförmig aufgewundenen Schlauch darstellt, liegt der Rest des Dotters innerhalb des Kanals derselben, und bildet an den Wandungen eine lockere, doch ziemlich dicke Kruste, so dafs in der Mitte eine kleine Höle übriggelassen wird. Diese Zellen-Kruste wird meist nur aus den kleineren Dotterzellen zusammengesetzt; die gröfseren Mutter-Dotterzellen fand ich um die gegenwärtige Zeit höchst selten. So weit nun die Bauch-Abtheilung der Darmhaut sich ausdehnt, ebensoweit läfst sich auch nur die Kruste verfolgen. Aus der Kopf-Abtheilung hatte der Dotter sich schon frühe zurückgezogen; hier fehlt auch gänzlich die Zellenkruste. Je mehr sich nun der Darmschlauch verlängert, desto dünner wird die an den Wandungen anliegende Zellenschicht, und die innere Höhlung nimmt an Umfang zu. Auf diese Weise wird der Dotter allmählig an der inneren Wand der Darmhülle im Bauche so ausgebreitet, dafs nur eine einfache Schicht von Dotterzellen vorhanden ist, und diese verwandelt sich nun in das Gebilde, welches ich für das assimilirende Central-Organ, die Schleimhaut, halte. Die individuelle Metamorphose dieser Dotterzellen der Schleimhaut ist nun folgende.

Es vergröfsert sich die Zellen-Membran auf Kosten des Inhaltes von dem Kern aus nach zwei Richtungen: nach der Darmhöle und nach der muskulösen Darmhülle zu. Die Partie nach der Darmhöle wird in ihrem Verlaufe

immer breiter, und schliefst mit einer fast ganz kreisförmigen Endscheibe; die äufsere gegen die Darmhülle gerichtete Verlängerung dagegen nimmt allmählig im Umfange ab, und endet mit einer abgerundeten Spitze. Eine frei liegende, nicht angefüllte Schleimhautzelle erhält auf diese Weise eine Art von Trichterform (Tab. I. Fig. 4. c.), dessen kurzer, weitester Theil von der kreisförmigen Endfläche geschlossen wird und mit der letzteren gegen die Darmhölung gleichsam mündet, dessen langer Stiel aber, in der ungefähren Mitte gemeinhin von dem Kern etwas aufgetrieben, mit der abgerundeten Spitze auf der muskulösen Darmhülle ruht. Je nachdem diese trichterförmige Zelle der Schleimhaut mit einer geringeren oder gröfseren Menge Inhalts angefüllt ist, verändert sie sich in die Kegel- oder in die Cylinderform (Tab. I. Fig. 4. b.), und die kreisförmige Endfläche bildet auch hier die Basis. In allen Formen aber markirt sich, gewöhnlich in der Mitte ihrer Länge, der verhältnifsmäfsig grofse Zellenkern mit den 1—3 Kernkörperchen aufserordentlich schön und deutlich. Hieraus entnehmen wir, dafs die Individualität der Urzelle bei der Metamorphose in die Schleimhaut-Zelle noch wesentlich erhalten ist. In den inhaltsreichen Zellen liegt dieser grofse Kern so innerhalb an der Wand der Zellen-Membran, dafs die Umgebungen der Zellenhöle durch ihn nicht, wie bei den trichterförmigen Zellen, nach aufsen gedrängt werden können. Diese eben beschriebenen Zellen liegen mit ihrer Längen-Dimension aneinander und formiren auf diese Weise die Membran der Schleimhaut. (Tab. I. Fig. 4. a.)

Die Höle der Schleimhaut-Zelle richtet sich nach der allgemeinen Form der Zelle selbst, und wird in ihrem Verlaufe durch den Kern mehr oder weniger verengt. Ihr Inhalt erscheint in den meisten Schleimhaut-Zellen etwas gelblich gefärbt und mit kleinen, schwärzlichen Körnchen untermischt. Wenn er aber in gröfserer Quantität vorhanden ist, so werden in verschiedenen Gegenden gröfsere Körnchen und Kügelchen sichtbar, welche letztere durchaus die Form und das Ansehen eines Fetttröpfchens haben. Zuweilen hat sich dieser Inhalt in der nach der Darmhülle zugewendeten Partie angehäuft, ein anderes Mal wieder in der Nähe des Kerns. Oefterer aber bemerkt man, dafs an einer dünnen, auf der Längsfläche ihrer Zellen liegenden, Schleimhaut-Schicht vorzugsweise die, gegen die Darmhülle gerichtete Partie dunkel erscheint. (Tab. I. Fig. 4. a.) Und hier findet man alsdann die, den Fetttröpfchen so ähnlichen Kügelchen in zahlreicher Menge und in verschiedener Gröfse vor.

Sieht man ein Stück der Schleimhaut von der, gegen die Darmhöhlung zugewendeten Oberfläche an (Tab. I. Fig. 5.), so präsentiren sich die kreisrunden Endflächen der, ihrer Länge nach aneinander liegenden Schleimhaut-Zellen. Man hat eine, wegen der Dicke der Membran ziemlich dunkle, gelblich gefärbte Fläche vor sich. Die kreisrunden Endscheiben der verlängerten Zellen sind durch den gegenseitigen Druck polyedrisch abgegrenzt, und durch sie hindurch schaut man in das Innere der Zellenhöle. Man erblickt den fein- oder grobkörnigen oder fettkugligen Inhalt, oder die kreisförmige Contour einer schmaleren Abtheilung der Trichter- oder Kegel-Zelle; sehr oft sieht man auch den sich mehr an einer Seite haltenden Kern aus der Mitte der Zellenhöle. Alle diese Theile erscheinen unter dem Mikroskop wie gleich hinter der kreisförmigen Endfläche gelagert, und geben der Schleimhaut an der gegen die Darmhöhlung zugewendeten Oberfläche das Ansehen, als ob dieselbe aus lauter kleinen, dunkeln, inhaltsreichen Zellen pflasterartig zusammengesetzt sei, wie bei der Epidermis und jeder einfachen zelligen Membran. Wir haben aber hier nicht die halbe Peripherie einer linsenförmig abgeplatteten Kugel-Zelle vor uns, sondern nur einen kleinen Theil der, zu einem Cylinder, Kegel, Trichter ausgedehnten Zellen-Membran der Schleimhaut-Zelle, welcher, als kreisrunde Endfläche des ganzen Zellenkörpers, gegen die Darmhöhlung gekehrt ist.

Eine Verzweigung von Blut-Gefäfsen und Nervenfäden habe ich weder an der Zellen-Membran, noch zwischen den einzelnen Zellen irgendwie jemals auffinden können. Da ich ganze Stücke der Schleimhaut unter dem Mikroskop bei 450facher Vergröfserung in allen Dimensionen übersehen konnte, und nirgends eine Spur von Gefäfsen oder Blutzellen oder Nerven sichtbar war, so darf ich wohl annehmen, dafs sie auch nicht vorhanden sind: das die fremden Nahrungsstoffe assimilirende Organ ist gefäfs- und nervenlos.

Diese in der beschriebenen Weise konstruirte, und als letzter Entwickelungs-Akt des Dotters entstandene Schleimhaut überzieht nun die ganze innere Fläche der Darmhülle in der Bauchhöle, von der Schlundöffnung an bis in die Nähe des Haut-Afters. Sie trifft hier auf keine Falten, auf keine Zotten, wird nirgends eingeschnürt oder erweitert; so gleichmäfsig wie die Darmhülle selbst, ebenso gleichmäfsig verläuft sie. Wir haben einen Bauch-Darm, bestehend aus zwei gleichmäfsigen, ineinander geschobenen Röhren; die äufsere ist die muskulöse Darmhülle, die innere die Schleimhautröhre; zwischen beiden befinden sich die, in der Muskelwand festsitzenden Drüsen, deren Sekrete die

Verdauung der Nahrungsmittel bewirken. An einem Durchschnitt des Darms überwiegt gemeinhin die innere Röhre in der Dicke der Wandung die äufsere; doch ist die letztere konsistent und fest, die innere dagegen, ihrer Zusammensetzung gemäfs, locker und leicht zerreibbar. In den, in Weingeist oder in Wasser längere Zeit aufbewahrten todten Froschlarven kann man oft die Schleimhaut-Röhre streckenweise im Zusammenhange aus der Hülle herausdrücken, oder nach Durchschneidung der Darmwand herauspräpariren. Hier hat sich, in Folge des Absterbens der Zirkel-Muskeln, die Darmhülle erweitert und von der Schleimhaut getrennt. Sehr oft zerreifst hierbei die letztere, und sitzt dann in Stücken theils an der muskulösen Wand, theils auf den Exkrementen, welche die Ausdehnung der früheren Darmweite behalten.

Der gleichmäfsige Verlauf der Schleimhautröhre wird nur an einer Stelle gestört: da nämlich, wo die cylindrischen Drüschen, welche das verdauende Sekret absondern, angehäuft sind. Hier senkt sich die Membran etwas zwischen die einzelnen Cylinderchen hinein, und erhält dadurch ein hügliches Ansehen. An dieser Darmstelle ist sie auch nicht ganz so leicht, namentlich nicht im Zusammenhange, abzupräpariren.

Die Endflächen der Schleimhautzellen liegen ganz frei gegen die Darmhöle, und eine epitheliumartige Schutzbildung ist nicht vorhanden. Nur in der Mundhöle, also in der Abtheilung des Darmsystems, wo das assimilirende Organ sich nicht entwickelt, da finden wir später jene indifferente, gefäfslose Zellenschicht, die man das Epithelium nennt.

Meine Behauptung von der Abwesenheit eines Epitheliums im Darmkanal des Bauches und die Festsetzung einer nerven- und gefäfslosen Schleimhaut daselbst ist von einer Wichtigkeit, die noch einzelne nähere Bemerkungen darüber rechtfertigen kann; und ich thue dieses hier um so lieber, als die Genesis und die Einfachheit des falten- und zottenlosen Darmsystems der Froschlarve gleichsam dazu auffordert.

Schwann und besonders Henle haben die Epithelien zum Gegenstande ihrer besonderen Untersuchung gewählt; sie erklären unsere aus Cylinder- oder Kegel-Zellen zusammengesetzte Schleimmembran für das Epithelium des Darmkanals, während die, unter dem letzteren bei den entwickelten Thieren gelegene, in Zotten und Falten sich ausbildende Membran die Schleimhaut vorstellen solle. Die Gefäfslosigkeit, sowie der beschriebene, eigenthümliche Ueberzug unserer Schleimhaut über die cylinderförmigen Verdauungs-Drüschen sind allerdings Phänomene, die auch mich anfangs stutzend machten.

Wir haben aber gesehen, dafs der Bauchdarm der Froschlarve nur aus der beschriebenen, durch Cylinder- oder Kegel-Zellen gebildeten Schleim-Membran und aus der muskulösen Darmhülle zusammengesetzt werde, so dafs, wenn man die erstere für ein Epithelium erklären wollte, diese so gefräfsige Larve entweder ohne Schleimhaut existiren, oder dafs die Muskelhülle ihre Stelle vertreten müfste. Eine dritte Membran ist nicht vorhanden, und dafs die Darmhülle nur aus Muskelbündeln und dem Blutgefäfsnetz (den kleinen Drüsen-Apparat abgerechnet), sowie die von uns bezeichnete Schleimhaut nur aus den kegel- oder cylinderförmigen Zellen bestehe, davon überzeugt man sich so deutlich, dafs ein Irrthum, ich möchte sagen, unmöglich ist.

Wie ich ferner die Epithelien aus der Genesis kenne, so zeigen sie sich

1) niemals als selbstständige Anlage, sondern stets nur, wie der Name auch verräth, als Absonderung einer gefäfslosen Zellenschicht auf den einzelnen Geweben der Organe, Systeme, wenn dieselben mit einer Fläche irgendwie frei zu Tage liegen. So bildet sich das Epithelium in der Mundhöle als Absonderung der Darmhaut daselbst, ferner die Epidermis auf der *Cutis*; so entwickeln sich auch die serösen Säcke in der Bauchhöle, in der Herzhöle etc. Ein anderes wichtiges Moment dieser abgesonderten Zellenschicht ist, dafs sie

2) das Bestreben zeigt, als mehr indifferente Oberfläche eines Parenchyms von höherer Ausbildung so einfach wie möglich sich zu metamorphosiren; sei es durch Abplattung der kugelförmigen Zellen mit gleichzeitiger Erweiterung der Zellen-Membran in der Längen- oder in der Breiten-Dimension (pflasterartig), oder sei es auch wohl gar durch eine zellgewebeartige Entwickelung. Die Zellen selbst sind gemeinhin sehr durchsichtig; hie und da wird ein leichter, feinkörniger Niederschlag um den Zellenkern selbst bemerkbar; im Ganzen ist die Bildung durchgehends mehr indifferent und geht darauf hinaus, eine einfache (nicht dicke) Fläche zu entwickeln.

Forschen wir nach dem Grunde dieser Epithelium-Bildung, so scheint letztere höchst wahrscheinlich nur darauf zu beruhen, dafs das, die Gewebe ernährende Blut-Gefäfsnetz, ferner die Nerven, sowie überhaupt das eigentliche Parenchym der Organe, Systeme von differenterer Ausbildung, nicht direkt den Einwirkungen der Umgebung ausgesetzt werde.

Wenden wir nun, vorläufig ganz abstrahirend von dem Mangel an Nerven und Gefäfsen, die beiden Haupt-Requisite für die Annahme eines Epitheliums auf unsere Schleim-Membran an, so mufs man gestehen, dafs dieselbe

unter die Epithelien nicht gut unterzubringen ist. Unsere Schleimhaut entwickelt sich durchaus ganz selbstständig als letzter Bildungsakt des Dotters; und was die Entwickelung der Zelle betrifft, so ist diese nichts weniger als indifferent und blos auf die Flächenbildung tendirend. Die gröfste Dimension der Schleimhaut-Zelle ist grade in der Tiefe, die allgemeine Form derselben verräth eine auffallende Individualität, ihr Inhalt endlich ist so merkwürdig, dafs man an ihm schon die Wichtigkeit der Funktion dieser Schleimhaut-Zelle erkennen kann.

Den Mangel an Gefäfsen und Nerven hat nun die Schleimhaut mit den Epithelien gemein. Dieses hat seinen gemeinschaftlichen, doch sehr verschieden motivirten Grund darin, dafs beide dazu bestimmt sind, mit freier Fläche zu Tage zu liegen, und die Natur in solchen Fällen es vermeidet, Gefäfse und Nerven frei auftreten zu lassen. In der genannten Eigenschaft dienen die Epithelien als schützende Oberfläche dem Parenchym der Systeme und Organe, in welchen Gefäfse und Nerven sich verzweigen, damit letztere nicht den unmittelbaren Einwirkungen der Umgebungen ausgesetzt sind. Das assimilirende Centralorgan, die Schleimhaut, erfordert behufs seiner Thätigkeit die unmittelbare Berührung mit den Nahrungsstoffen, sein Gewebe hat also an und für sich die Nothwendigkeit, eine freie Oberfläche zu entfalten; und es müssen demgemäfs die Bedingungen wegfallen, welche eine solche Funktion der Schleimhaut und die zur Assimilation nothwendige Berührung mit den Nahrungsstoffen behindern: das assimilirende Centralorgan darf keine Gefäfse und Nerven besitzen.

Ist nun die Schleimhaut gefäfs- und nervenlos, so fehlen auch die Bedingungen, welche die Absonderung eines schützenden Epitheliums erfordern. Es kann überhaupt keine Zwischensubstanz zwischen dem assimilirenden Centralorgane und den Nahrungsstoffen gedacht werden, weil dadurch der, für die Aufsaugung nothwendige Kontakt beeinträchtigt wird. Nähme man übrigens auch ein Epithelium an, so müfsten die Nahrungsstoffe doch durch dasselbe zur Schleimhaut hindurchgehen. Dieser Durchgang ist nun physiologisch nicht anders denkbar, als durch Assimilation. Dasjenige Organ aber, welches zuerst die Nahrungsstoffe assimilirt, das nenne ich die Schleimhaut, da es die fremden Nahrungsmittel bereits zuerst dem Organismus selbstthätig aneignet; für die darunter liegende zweite Membran geht dann der Begriff eines assimilirenden Centralorganes verloren.

Wollte man daher den Chymus bei der Froschlarve, wo der Darm nur aus der Muskelröhre, aus unserer gefäfs- und nervenlosen Schleimhaut und dem dazwischen gelagerten kleinen Drüsen-Apparate besteht, mit dem Blute in den Gefäfsnetzen der Muskelröhre in unmittelbare Wechselwirkung bringen, so wird man schon in dem vorhin Angeführten genügende Gegengründe finden. Aber es ist auch aufserdem im Allgemeinen physiologisch unwahrscheinlich, dafs Blutzellen die fremden Nahrungsstoffe unmittelbar assimiliren. Denn bei dem Zusammentreten der Zellen des Dotters zu einem gemeinschaftlichen Zellen-Organismus sehen wir die einzelnen Zellen während der Entwickelung zu Systemen und Organen sich mehr oder weniger von ihrem Urbilde entfernen; die Zelle verliert an Selbstständigkeit in dem Grade, als sie nach einer speziellen Richtung hin die ihr zum Grunde liegenden Kräfte kultivirt, und bald mehr zur metabolischen (animalen), bald mehr zur plastischen (vegetativen) Sphäre hinneigt. Die Selbstständigkeit der Zelle mufs sich dem Prinzipe unterordnen, welches ein gemeinschaftliches Zusammenwirken vieler Zellen im thierischen Organismus möglich macht. Die Blutzellen unterliegen demselben Gesetze, und, indem sie zwischen das animale und vegetative System gestellt sind, weder dem einen, noch dem andern ausschliefslich angehören, sondern das vermittelnde Glied zwischen beiden machen; so mufs sich dieser eigenthümlichen Stellung auch ihre Ausbildung fügen, und weder den mehr differenten Geweben, noch den selbstständigeren Zellen der Systeme und Organe zu fern stehen. Daher können wir bei den höchsten Wirbelthieren auch wirklich kaum noch das vollständige Urbild einer selbstständigen Zelle an ihnen wiedererkennen. Unter solchen Verhältnissen ist die Blutzelle nicht geeignet, eine Funktion zu übernehmen, in welcher sich die plastische Kraft und die Selbstständigkeit der Zelle in überwiegendem Maafse geltend macht, da die fremden, dem Organismus mehr heterogenen Nahrungsstoffe assimilirt werden sollen. Vielmehr läfst sich voraussetzen, dafs dasjenige Organ, welches, einer derartigen Funktion unterliegt, aus Zellen gebildet werde, welche die selbstständige Integrität der, in dem ganzen organischen Reiche verbreiteten Urzelle so viel wie möglich bewahren, und mit dieser eine vorherrschende, plastische Kraftäufserung verbinden, damit sie als möglichst homogene Gebilde mit den fremden, organischen Nahrungsstoffen in lebendige Wechselwirkung treten können. Diese Integrität der Urzelle knüpft sich vorzugsweise an das Vorhandensein eines deutlichen Zellenkernes und der Zellen-Membran. Beides haben wir in unserer Schleimhautzelle auf das Schönste repräsentirt, nur mit

der Modifikation der ursprünglichen Zellenform, welche ein vermittelndes Organ zwischen den fremden Nahrungsstoffen und dem Organismus nothwendig erheischt. Die Schleimhautzelle entwickelt eine Form, welche mit dem einen Theile ihrer Oberfläche, der beschriebenen Basis der kegelförmigen Zelle, den fremden organischen Substanzen zugewendet ist, und an dieser Stelle ihre ganze plastische Kraft behufs der Assimilation konzentrirt; mit einem anderen Theile dagegen, der Spitze des Kegels, ist sie den Blutgefäfsnetzen des Darmes genähert, um auf diese Weise dem Organismus die assimilirten Nahrungsstoffe mittheilen zu können.

Schwann stellt hinsichtlich der Selbstständigkeit die Zellen der Schleimhaut, wie die der Epithelien überhaupt, hinter den Blutzellen (a. a. O. S. 74 etc.). Letztere bilden mit den Zellen des Schleimes, des Eiters, mit den Körperchen der Lymphe die erste Klasse seiner Eintheilung der Gewebe. Bei ihnen soll sich der höchste Grad von Selbstständigkeit offenbaren, und der Umstand, dafs sie entweder frei in einer Flüssigkeit schwimmen, oder doch wenigstens beweglich nebeneinander liegen, das Kriterium ausmachen. Während das Eintheilungs-Prinzip des hochgeschätzten Naturforschers, nämlich der mehr oder weniger hohe Grad der Metamorphose, welche die Zellen zur Bildung eines Gewebes eingehen müssen, dasjenige ist, welches auch meines Erachtens bei der Eintheilung der Gewebe als Grundlage anzunehmen sei, so kann ich mich mit der Bestimmung der ersten Klasse dennoch nicht einverstanden erklären. Als Maafsstab für den Grad der Entwickelung oder vielleicht bestimmter der Metamorphose von Zellen dürfte nach des Verfassers eigenen Worten das zu betrachten sein, ob die Zellen ihre Individualität vollständig beibehalten, oder mehr oder weniger aufgeben. Aber die Individualität der Zelle hangt nicht allein von der Zellen-Membran und deren Verhalten ab, sondern auch von dem zweiten wesentlichen Bestandtheile derselben, von dem Zellen-Kern. Und ich weifs nicht, ob letzterer in dieser Hinsicht nicht vielmehr eine sehr bedeutende Rolle spielt. Denn nicht allein, dafs der Zellen-Kern bei der Metamorphose der Zellen zu den Geweben von anerkannt sehr differenter Bildung, zu Muskeln, Nerven, Faserzellen, gänzlich oder doch bis auf ein Rudiment verschwindet; so sehen wir auch, dafs bei der Erzeugung junger Zellen, wodurch die Grundlage zum Aufgeben der Individualität der Mutterzelle gelegt wird, der Kern der letzteren sich verliert. Wie die Entstehung der Zelle mit dem Zellenkern beginnt, so ist die Verminderung

ihrer individuellen Kraft von dem Hinschwinden desselben begleitet; an der Zellen-Membran haftet noch der letzte Haltpunkt ihrer selbstständigen Existenz.

Ueber die Individualität der Zelle entscheidet demnach zunächst das Verhalten des Zellenkerns und dann der Zellen-Membran, ihrer wesentlichen Bestandtheile. Ist es nun gleich von Wichtigkeit für die Selbstständigkeit der Zelle, dafs dieselbe nicht mit anderen zu einem Ganzen verschmelze und verwachse, so kann dennoch das mehr freiere und bewegliche Dastehen nicht als Kriterium der Individualität der Zelle angesehen werden, da letztere auch bei einem dichteren Zusammenliegen sehr wohl erhalten sein kann. Wenn übrigens von der Selbstständigkeit der Zellen in den Geweben die Rede ist, so darf dieses nur innerhalb der Grenzen des Organismus gedacht werden. Und hier ist es zunächst noch fraglich, ob die Zellen in den Sekreten und im Eiter zurechnungsfähig seien. Die Lymphkörperchen ferner sind hinsichtlich ihrer Zellennatur noch zu wenig gekannt. Was nun das bewegliche Aneinanderliegen der Blutzellen betrifft, so ist dasselbe offenbar nur in der Funktion des Blutsystemes begründet, von den Verhältnissen des Organismus abhängig und von ganz passiver Art. Grade durch die Blutzellen dürfte der Beweis geliefert sein, dafs das freiere Dastehen nicht das wesentlichste Kennzeichen für die Individualität der Zellen innerhalb der Grenzen des Organismus abgebe, zumal bei den Blutkörperchen der Säugethiere der sonst so deutliche Zellenkern nur noch als Rudiment erkannt wird, und auch im Allgemeinen während der Entwickelung des Thieres sich merklich verändert.

Sehen wir daher auch von der äufseren Form der Zellen-Membran ab, welche ebenso bei der Blutzelle, wie bei der Schleimhautzelle von der ursprünglichen Kugelgestalt differirt, so bleibt dennoch bei letzterer ein deutlicher Kern mit Kernkörperchen. Sowohl aus den genannten Gründen, als auch in Uebereinstimmung mit dem früher angegebenen, allgemeinen Plane des Organismus müssen wir die Blut-Zelle rücksichtlich der Selbstständigkeit hinter der Schleimhaut-Zelle setzen. Ja, erwägt man die Umstände, dafs die Dotterzellen die Grundlage aller Gewebe-Zellen sind, und dafs die Schleimhaut, obgleich die letzte Bildung des Dotters, dennoch, nach der kürzesten Entwikkelungszeit und der einfachsten Metamorphose, sogleich in ihre volle Funktion tritt; so dürfte man um so mehr geneigt sein, den elementaren Bestandtheilen derselben unter allen Gebilden des Thieres die erste Stelle in der Selbstständigkeit einzuräumen.

Die Schleimhaut ist demnach das einzige Organ der Frosch-Larve, welches bei seiner wichtigen Bedeutung keine Gefäfse und Nerven besitzt, und nur in der Bauch-Abtheilung des Darmsystemes seine Ausbreitung erhält. Sie wird aus kegelförmigen Zellen zusammengesetzt, die die gröfste Selbstständigkeit unter allen Gewebe-Zellen des Organismus offenbaren, in der den Nahrungsstoffen zugekehrten Grundfläche ihre plastische Kraft behufs der Assimilation konzentriren, und mit der Spitze zur Mittheilung den Blutgefäfsen zugewendet sind. Sie hat mit den Epithelien die Gefäfs- und Nervenlosigkeit gemein, ist aber durch das Verhalten der Zellen und deren Inhaltes wesentlich vor ihnen ausgezeichnet. Auch die Ernährung geschieht nicht durch Mittheilung des Nahrungsstoffes von Seiten der Blutgefäfse, wie bei den Epithelien, sondern sie wird vorzugsweise durch den Chymus, und dann auch durch die nahrungsfähigen Bestandtheile der Galle unterhalten, was sich in der Bildungsgeschichte der höheren Wirbelthiere einsichtlicher an den Tag legen wird. Endlich müssen wir den Schleimhautzellen noch die Fähigkeit zuschreiben, sich von den anomalen Stoffen zu befreien, und den Darmschleim als Exkret auszuscheiden. Es ist diese Annahme bei der Froschlarve dadurch, dafs aufser dem Drüsen-Apparate, dessen Sekret die Verdauung bewirkt, im übrigen Theile des Darmes keine etwa Schleim absondernde Drüsen vorzufinden sind, sehr wahrscheinlich gemacht. Doch können wir überhaupt ohne die Feststellung einer solchen Eigenschaft der Zellen bei den Ausscheidungen im Organismus nicht durchkommen; wir sprechen auch dadurch nur ein physiologisches Gesetz aus, welches allen Organismen gemein ist, und die Zelle ist ja nur der einfachste Organismus und das Konstituens der zusammengesetzten.

Die Genesis der Schleimhaut im Darmsystem der Froschlarve hat uns auf einige allgemeine Sätze geführt, welche wir mit folgenden Worten hervorheben:

1) Die eigentliche Schleimhaut findet sich nur in der Bauch-Abtheilung des Darms, und alle der Schleimhaut ähnlichen Gebilde, als welche sich die, offene Höhlen beschützenden Epithelien darstellen, müssen von ihr wesentlich getrennt werden.

2) Die Epithelien entwickeln sich nicht isolirt und selbstständig, sondern als eine gefäfs- und nervenlose Absonderung von den schon angelegten Systemen und Organen zum Schutze des Parenchyms derselben.

3) Wo Zellen einer gefäfs- und nervenlosen Membran nicht grade auf eine Flächenbildung in ihrer Metamorphose ausgehen, da können wir

voraussetzen, dafs sie eine wesentlichere Bedeutung haben, als die, nur ein mehr schützendes Epithelium zusammenzusetzen.

4) Das Blutsystem eignet sich nicht zur unmittelbaren Wechselwirkung, mit der Aufsenwelt und mit mehr heterogenen Stoffen. Wo also derartige Funktionen obwalten, ist es vielmehr anzunehmen, dafs gefäfslose Gebilde dieselben ausführen.

5) Das Organ aber, welches ohne Gefäfse und Nerven in der oben angegebenen Weise fungirt, leidet kein Zwischengebilde, und bedarf auch keines schützenden Epitheliums.

6) Krankheitszustände, welche durch ein Leiden der Gefäfse oder der Nerven bedingt werden, können ebenso wenig bei der Schleimhaut, als bei den Epithelien vorkommen: es darf also auch niemals von einer Entzündung derselben gesprochen werden. Wohl aber können Entzündungszustände derjenigen Gebilde, welche unter den Epithelien und unter der Schleimhaut sich befinden, auf letztere verderblich einwirken. Darin haben demnach die Schleimhaut und die Epithelien ein gleiches Schicksal, und das Aeufsere solcher Krankheiten wird in gewissen Beziehungen bei beiden einige Aehnlichkeit verrathen. Wir gedenken hier besonders der exanthematischen Krankheitsform, bei welcher in Folge eines Entzündungszustandes der unterliegenden Gebilde sowohl die Epithelien (die Epidermis mitgerechnet), als auch die Schleimhaut deuteropathisch krankhaft ergriffen werden. Dennoch wird das Wesen der Krankheiten beider Gewebe und der Einflufs auf den ganzen Organismus ebenso verschieden sein, als die Epithelien nur eine abgesonderte Schutzbildung von Organen und Systemen, und in der Ernährung von den Gefäfsen der letzteren abhängig sind; während die Schleimhaut das assimilirende Central-Organ repräsentirt, und durch den Chymus und die Galle ernährt wird. Die idiopathischen Krankheitszustände der Schleimhaut müssen sich zunächst in einer fehlerhaften Assimilation und Ausscheidung offenbaren.

Bevor wir die Entwickelung des Darmsystems der Frosch-Larve beschliefsen, mögen hier noch zwei, bei der Konformation desselben betheiligte Gebilde zur Sprache kommen: nämlich das Mesenterium und die Leber- und Pankreas-Anlage.

Das Mesenterium.

Die Entwickelung des Mesenteriums, wenn wir vorläufig ganz von dem serösen, epitheliumartigen Ueberzuge, dem Peritonäum, absehen, wird durch die Verlängerung des angeführten Darmhautsackes hervorgerufen.

Ursprünglich ist kein Mesenterium vorhanden. Nach der Form des Dotters in der Rumpf-Visceralhöle hat der Darmhautsack eine etwas sich erhebende Kante, welche, wie früher bemerkt wurde, an der Wirbelsäule festhaftet. In dem Grade aber, als der Darmhautsack sich verlängert, mufs der Dotter und seine Umhüllung, welche ursprünglich nur die Länge der Rumpf-Wirbelsäule einnimmt, von der letzteren sich entfernen. Dieses geschieht natürlich da am meisten, wo die mittlere Abtheilung (Dünndarm) sich zu der langen doppelten Schneckenform gleichsam auszieht. Dadurch gelangen die beiden an der Wirbelsäule festhaftenden Wände (Mesenterialplatten) des Darmhautsackes allmählig und, der Entfernung der Darmhöle von der Wirbelsäule entsprechend, aneinander und verwachsen, um als Verbindungs-Theil zwischen dem Darmschlauch und der Wirbelsäule, *Mesenterium*, aufzutreten. Dieser Verbindungstheil wird um so dünner, je weiter die Darmhölung sich entfernt. Wenn nun die Individualisirung der Gewebe und des Gefäfsnetzes in der Darmhaut auftritt, so sondert sich von der letzteren, wo sie mit der Oberfläche frei daliegt, eine gefäfslose, epitheliumartige Zellenschicht ab. Dasselbe thun alle übrigen Gewebe in der Bauchhöle an ihrer freien Oberfläche, und formiren auf diese Weise gemeinschaftlich den serösen Sack, welchen man das Peritonäum nennt.

Der eigentliche Verbindungstheil der Darmhaut zwischen Darmschlauch und Wirbelstamm, *Mesenterium*, befindet sich demgemäfs zwischen den beiden, von seiner freien Oberfläche abgesonderten Peritonäalwänden, und seine Bildungsmasse dient zur Entwickelung von Gefäfsen, Nerven, der Mesenterialdrüsen, der Milz etc. Während also später die abgesonderte, gefäfslose Zellenschicht des ursprünglichen Mesteriums (*Peritonaeum*) nur als reines Anheftungsband zwischen Darm und Wirbelsäule dasteht; so ist es Sache der Hauptmasse, auch die wesentlichere Verbindung gleichsam zwischen animalem und vegetativem Leben zu repräsentiren. Dieses ist ja auch wirklich der Fall. Wenn man daher vom Mesenterium spricht, so mufs man stets im Auge behalten, dafs die Peritonäalwände nur die Hülle, der zwischen ihnen befindliche Inhalt aber den Kern desselben vorstellen.

Wie das Peritonäum, so bildet sich auch das Perikardium in der Herzhöle, die *Pia mater* in der oberen Wirbelröhre und sehr wahrscheinlich auch die Pleura-Säcke in dem höheren Wirbelthier-Reich, nämlich nur als eine sich absondernde, epitheliumartige Zellengewebeschicht von der freiliegenden Oberfläche der Organe, Systeme. Aus dem Grunde ist die Vorstellungsweise von

der Einstülpung der Organe etc. in den serösen Sack, von genetischer Seite aus betrachtet, nicht haltbar. Ob ein Organ *intra* oder *extra saccum* gelegen, das hangt allein davon ab, wie viel freie Oberfläche dasselbe darbietet. Vollständig umhüllt wird kein Organ, und wären es auch nur Gefäfse und Nerven, welche die gänzliche Einhüllung verhindern: — es liegen eigentlich alle Organe, Systeme etc. *extra saccum serosum*.

Die Leber- und Pankreas-Anlage.

Die Abscheidung der früher gemeinschaftlichen Bildungsmasse für die Leber und für das Pankreas hangt mit der Entwickelung der Darmhaut zusammen.

Ehe sich das Darmsystem bildet, befindet sich die schon früh angelegte, gemeinschaftliche Dottermasse für diese beiden Organe in der vorderen, mittleren Gegend der Bauchhöle gleich hinter der Herzhöle. Sie formirt daselbst eine Quelle, aus welcher, wie wir dieses höchst wahrscheinlich gemacht, die Blutmasse mit Blutzellen sich ergänzt.

Wenn nun die vordere Abtheilung der Darmhaut (die Gegend des Magens im entwickelten Thiere) hinter der gemeinschaftlichen Leber- und Pankreas-Anlage von links nach rechts vorbeizieht, dabei sich verlängert und dünner wird, so drückt sie sich gleichzeitig in die hintere Wand jener Anlage hinein. Es liegt dann ein Theil des Darms, wie in einer Furche der Leber- und Pankreas-Anlage, so zwar, dafs auf diese Weise die gröfsere Partie derselben unterhalb, die kleinere oberhalb gleichsam abgeschieden gelagert ist, und der Boden der Furche die noch ziemlich dicke, gemeinschaftliche Verbindungsmasse beider Partieen darstellt. Diese Furche wird nun immer tiefer und tiefer, in querer Richtung die Leber- und Pankreas-Anlage durchdringend, bis zuletzt nur noch ein dünner Zusammenhang zwischen beiden Partieen übrig bleibt, der aber während der Larvenzeit auch forthesteht. Die vordere Darm-Abtheilung bildet nun grade mit dem Theile, wo der Verdauungs-Drüsen-Apparat sich entwickelt hat, eine während des Larven-Lebens noch unvollkommene Scheidewand zwischen der unteren gröfseren, und der kleineren oberen Partie der, durch eine dünnere Masse noch zusammengehaltenen Leber- und Pankreas-Anlage; jene ist nun die Bildungsmasse für die Leber, diese für das Pankreas. Ursprünglich in der Mitte gelegen, ist besonders die freier dastehende Anlage der Leber sammt dem anstofsenden Darmtheil, durch die Entwickelung des Dünndarms auf der linken Seite, um die jetzige Zeit mehr

nach rechts geschoben; die Pankreas-Anlage ist demgemäfs nach links, und die noch bestehende Verbindungsmasse beider ist nach oben gegen die Wirbelsäule hin gerichtet.

Tritt nun die Individualisation der Bildungsmasse dieser beiden Organe ein, so theilt sich die Leber-Anlage in vier Lappen, von denen der, am meisten nach hinten gelegene in die verhältnifsmäfsig grofse Gallenblase sich verwandelt. Die Pankreas-Anlage bleibt einfach, ist jedoch jetzt viel gröfser, als im entwickelten Thiere. In der Verbindungsmasse zwischen beiden Organen markirt sich eine Scheidungsgrenze, die den gröfsten Theil derselben der Leber zuwendet; aber eine wirkliche Trennung läfst sich während der Larvenzeit ohne Verletzung der Substanz beider Drüsen nicht nachweisen. Auf der Oberfläche der Leber und auch des Pankreas erkennt man mit der Lupe viele geschlängelte, gleichmäfsige Streifen, die durch das Aneinanderreihen von weifslich-gelben Körnchen entstehen. Es gelang mir nicht, diese Struktur mit Hilfe des Mikroskops näher zu enträthseln. Vielmehr zeigen sich dann nur kleinere und gröfsere Zellen, viele Mutterzellen, und beim Zerquetschen werden eine Menge Kerne von verschiedener Gröfse und die einzelnen Stufen zu einer Zellenbildung sichtbar. (Tab. I. Fig. 7.) Diese lebhafte Zellen-Entwickelung bemerken wir zwar auch bei später neu entstehenden Organen, wie an den Nieren, da wird dann aber auch der Bildungsstoff zusehends vergröfsert; wo früher Nichts zu entdecken ist, steht bald ein voluminöses Organ da. Von der Leber und dem Pankreas kann man dieses nicht sagen; sie haben schon ihre Bildungsmasse, und die Vergröfserung steht in gar keinem Verhältnifs mit dieser lebhaften Zellen-Erzeugung. Erst gegen die spätere Larvenzeit hin nimmt die Leber übermäfsig an Volumen zu, während das Pankreas zurückbleibt. Dann aber findet man in der Substanz fast allein nur Fettzellen, und erst nach der grofsen Larven-Metamorphose läfst sich die individuelle Struktur der Leber mit bedeutender Verkleinerung des Volumens wieder nachweisen.

Auch Gefäfse haben sich nun entwickelt, und im Mesenterium werden die grofsen Stämme sichtbar, welche das Darmblut der Leber und dem Pankreas zuleiten. Dagegen haben diese beiden letzten Organe wieder durch ihren gemeinschaftlichen Ausführungsgang sich mit dem Darmsystem in Verbindung gesetzt. Dieser Ausführungsgang erhält einen Ast von der Leber und einen zweiten von der Bildungsmasse des künftigen Pankreas, und geht dann als gemeinschaftlicher Kanal dieser beiden Aeste nach der linken Seite

der Bauchhöle, um in der Gegend, wo künftig der Dünndarm sich markirt, in den Darmschlauch sich einzumünden. Der jetzt noch gemeinschaftliche lange Ausführungsgang der Leber und des Pankreas giebt einen neuen Grund, diese beiden Drüsen als noch nicht vollkommen geschieden zu betrachten. Vielmehr scheint es, als ob die Pankreas-Anlage ein nur mehr abgesonderter, gröfserer Lappen der Leber selbst sei.

Die Leber und das Pankreas sind also während der Larvenzeit nach dem äufseren Ansehen, nach der erkennbaren Struktur, wegen der gemeinschaftlichen Substanz-Verbindung, endlich auch wegen des gemeinschaftlichen, langen Ausführungsganges noch als ein einziges, zusammengehörendes Organ aufzufassen. Früher ohne eigentliche Struktur, nur ein Sammelplatz von sich generirenden Dotter-Zellen, die dem Herzen unmittelbar das, ich möchte sagen, Dotterblut zuführen, und also innig dem Blutsystem angehören; haben sich jetzt beide Organe mit dem Darmsystem in Verbindung gesetzt, empfangen das Blut des Pfortadersystems, und geben dafür dem Darmkanale eine abgeschiedene Masse, die Galle, oder doch einen dieser ähnlichen Stoff. Dafür verbleiben sie nach wie vor das dem Herzen hauptsächlich und unmittelbar Blutmasse zuführende Organ, und verrathen auch jetzt dieselbe lebhafte Zellen-Generation in ihrem Parenchym.

Es ist nun die Frage, ob diese neu entstandene Verbindung der Leber und des Pankreas mit dem Darmkanal uns berechtigt, eine neue Funktion dieser Organe anzunehmen, die irgendwie in direkter Beziehung mit der Funktion des Darmsystems stehe, oder ob man nicht vielmehr, der Genesis treu verbleibend, beide Organe in ihrer ursprünglichen Bedeutung, als zur Blutbereitung gehörig, auffassen solle, die nur unter anderen Verhältnissen fortbestehe. Da alle früheren, wesentlichen Erscheinungen, welche uns bei der Anlage der Leber und des Pankreas zur Annahme einer Blutzellen-Bildung in denselben bestimmten, auch in dem jetzigen Zustande beider Organe fortdauern, und die neu hinzugetretenen ihre Erklärung in den veränderten Verhältnissen des Organismus finden, so müssen wir uns mit folgenden Worten für die letztere Ansicht erklären.

Die beiden Haupt-Phänomene der Leber- und Pankreas-Anlage, die lebhafte Zellen-Entwickelung bei nicht entsprechender Vergröfserung des Parenchyms und die innige Verbindung mit dem Centralorgan des Gefäfssystemes, welchem das Blut zunächst übergeben wird, zeigen sich unverändert auch gegenwärtig. Der Unterschied beruht nur darauf, dafs früher die Leber- und

Pankreas-Anlage auf Kosten des kugligen Inhaltes der Dotterzellen die junge Generation entwickelte, während jetzt das, mit Nahrungsstoff geschwängerte Pfortaderblut den Mutterzellen des ausgebildeten Organs das Nahrungsmaterial hinzuführt. Ein Organ ferner, oder ein System, in welchem Blutzellen gebildet würden, läfst sich auch gegenwärtig nicht nachweisen. Denn wollte man eine Blutzellen-Bildung im Lymph-Gefäfssystem annehmen, was an und für sich bei der steten Bewegung der Lymphe einige Unwahrscheinlichkeit offenbart, so ist auch aufserdem weder früher noch jetzt irgend eine Spur eines solchen Systems zu entdecken. Und dennoch müfste das Lymph-Gefäfssystem grade im Entwickelungsleben, wo die Blutzellen-Bildung aus leicht ersichtlichen Gründen prävalirt, vorherrschend sich zu erkennen geben.

Neue Erscheinungen an der Leber und dem Pankreas sind die äufserlich sichtbare Struktur, das Sekret (Galle) und die Wegleitung desselben zum Darmkanal. Ob in der Anlage der Leber und des Pankreas bei der Blutzellen-Bildung Nichts ausgeschieden werde, ist indefs nicht mit Bestimmtheit zu erweisen. Denn es könnte ja leicht das Sekret bei noch gleichartiger Bildung der Gewebe des Körpers ohne Weiteres geeignet sein, von den älteren Blutzellen oder den nicht vegetirenden Dotterzellen aufgenommen zu werden, und auf diese Weise sich in geringerem Maafse ansammeln. Die Abscheidung eines solchen, bei der Erzeugung junger Blutzellen unbrauchbaren Stoffes läfst sich wenigstens in der letzten Zeit voraussetzen, wo mit dem ganzen Organismus auch die Blutkörperchen schon eine differentere Metamorphose eingegangen sind, und zu ihren Mutterzellen des Dotters in der Leber- und Pankreas-Anlage einen gröfseren Gegensatz bilden. Diese Annahme wird aber um so nothwendiger, je mehr die Ausbildung des gemeinschaftlichen Zellen-Organismus und also auch der Blutzellen vorschreitet, und aufserdem fremdartigere Nahrungsstoffe hinzugeführt werden. Die abgeschiedene Masse ist jetzt sogar von der Art, dafs sie in dem Organe selbst nicht mehr angewendet werden kann.

Dieses ist der Zustand, in welchem sich die Froschlarve nach der Vollendung des Darmsystemes befindet, und wir haben demgemäfs genügende Gründe, die Abscheidung eines bei der Blutzellen-Bildung unbrauchbaren Stoffes und die gänzliche Entfernung desselben aus dem Organe zu gewärtigen. Diese Momente bedingen nun die Entstehung der erkennbaren Struktur und der Gallen-Gänge, welche das Sekret aufnehmen und durch den *Ductus choledochus* hinwegleiten. Sowie aber die, bei der Ernährung in anderen

Geweben abgeschiedene Lymphe von dem Lymph-System aufgenommen und dem Blut-Gefäfssysteme übergeben, noch als wichtiges Ernährungsmittel des Blutes selbst gebraucht wird; ebenso sehen wir die bei der Blutzellen-Bildung abgeschiedene Galle durch den *Ductus choledochus* dem Darmkanal überliefert, und durch seine fettähnliche Substanz (*Pikromel*) ein wichtiges, homogenes Nahrungsmittel der Schleimhaut werden. Die höheren Wirbelthiere haben sogar in ihrem Entwickelungsleben einen Zeitraum, in welchem das assimilirende Central-Organ nur durch die Galle ernährt wird.

Es ist hier nicht der Ort, auf das neu entstandene Wechsel-Verhältnifs zwischen der Leber und dem Darmsystem näher einzugehen. Doch will ich noch darauf aufmerksam machen, wie der Athmungs-Apparat auf andere Weise ein schlagendes Beispiel giebt, dafs Organe des Blutsystems mit anderen Systemen in innige Beziehung treten können, ohne dafs man sagen darf, sie gehören unmittelbar zu denselben. So lange die Athmung der Froschlarve durch äufsere Kiemen vor sich geht, hat das animale System auf dieselben geringen Einflufs. Haben sich die inneren Kiemen ausgebildet, so geschieht die Athmung schon unter der Mitwirkung des animalen Systems. Sind aber die Lungen die Respirations-Organe, so stehen dieselben in der innigsten Verbindung mit dem animalen Systeme, ohne dafs man befugt wäre, das, die Atmosphäre assimilirende Organ in die Funktionen des animalen Systems unmittelbar hineinzuziehen. Ganz auf dieselbe Weise verhält sich das blutbereitende Organ zum Darmsystem, dem Repräsentanten des vegetativen Lebens. Athmet die Larve, unabhängig vom animalen System, durch äufsere Kiemen, so ist noch kein Darmkanal vorhanden, und die Leber- und Pankreas-Anlage verrichtet ihre Funktion auf Kosten des kugligen Inhaltes der Dotterzellen ganz isolirt. Treten die inneren Kiemen auf, so hat sich das Darmsystem entwickelt, es liefert das Unterhaltungs-Material für die Blutbereitung, und Leber und Pankreas, als noch gemeinsames Organ, setzen sich mit ihm in Wechselwirkung. Im entwickelten Thiere endlich macht sich die Lungen-Athmung geltend, das blutbereitende Organ hat sich in Leber und Pankreas geschieden, und beide treten in die innigste Beziehung zu dem Darm-System, dem das Pankreas dann ausschliefslich hingegeben ist. Aber sowie das Lungen-System in seiner Funktion von dem animalen System, so mufs das blutbereitende Organ mit dem abgeschiedenen Pankreas von dem vegetativen System als ursprünglich Verschiedenes aufgefafst werden: sie gehören beide zum Blutsysteme.

Wie die Blutmasse in dem blutbereitenden Organe ergänzt werde, ist auch jetzt schwer nachzuweisen. Doch kann man sich hier ebenfalls nach dem allgemeinen Entwickelungsgesetz der Zelle eine Vorstellung davon machen, indem man sich die Blutbahn in dem Parenchym des Organes, wie in der *Area vasculosa* beim Hühnchen, so eingerichtet denkt, dafs die junge, selbstständig gewordene Generation beim Zerfallen der Mutterzelle unmittelbar in das Blut gelangen könne. Es mufs daher auf einer Seite wenigstens die Blutbahn von freien Mutterzellen begrenzt sein, die nun in ihrer Nähe wieder die Gallengänge erfordern, um den bei der Zellen-Erzeugung ausgeschiedenen Stoff, die Galle, wegzuleiten.

Obgleich nun noch Manches bei der Auffassung der Leber mit dem Pankreas als blutbereitendes Organ bestimmter zu erweisen wäre, so glaube ich doch hinlänglich wichtige Momente hervorgehoben zu haben, die es uns höchst wahrscheinlich machen, dafs die Tendenz, welche sich in der Leber- und Pankreas-Anlage ursprünglich aussprach, auch noch im entwickelteren Zustande erhalten werden könne. Und wenn dieses der Fall ist, so wird es nothwendig sein, künftighin die Leber und das Pankreas von dem angegebenen Standpunkte aus in ihrem Verhalten zum Blutsystem, zum Darmkanale, wie auch zum ganzen Organismus näher zu untersuchen. Unsere Pflicht war es gegenwärtig nur das, was die Entwickelungs-Geschichte ergab, zu vertreten. Wir hielten uns dazu um so mehr berufen, als die beiden genannten Organe in der bisherigen Betrachtungsweise noch immer so räthselhaft sich gezeigt haben, und weil die herrschende Ansicht von der Entstehung derselben aus dem Schleimblatte nicht wenig dazu beigetragen, ihre direkte Beziehung zum Darmkanal geltend zu machen.

Einer unbefangenen Betrachtung der Entwickelungs-Vorgänge des Dotters kann es nicht entgehen, wie grade gewisse inniger zusammenhangende Gruppen von Systemen und Organen des künftigen Lebens auch ziemlich gleichzeitig entstehen, und gleich zu Anfange die unmittelbare Beziehung zu einander verrathen. Das rein animale, sowie das rein vegetative oder Darmsystem geben auch im entwickelten Thiere ihr Fürsichbestehen noch ziemlich zu erkennen. Das Blutsystem enthält in seiner ursprünglichen Tendenz zugleich die Zersplitterung seiner einzelnen Theile. Dennoch fällt die Entstehung derselben ziemlich in eine und dieselbe Zeit, und die Einfachheit des embryonischen Organismus gestattet die innige Beziehung der einzelnen Theile deutlicher wahrzunehmen. Da haben wir nun gesehen, dafs die Leber- und Pankreas-

Anlage als blutbereitendes Organ nur mit dem Herzen in Verbindung steht, dennoch aber eine Lagerung erhält, die sie befähigt, mit dem später ganz isolirt entstehenden Darmsystem in den, für ihn nothwendigen Zusammenhang zu treten, ohne dafs die ursprüngliche Entwickelung beider irgendwie eine direkte Beziehung zueinander verrathen hätte. Je entwickelter der Organismus wird, um so mehr greifen alle Anlagen desselben ineinander, und die frühere Einfachheit des mehr isolirten gemeinschaftlichen Zellen-Organismus verliert sich in eine thierische Organisation, wo alle einzelnen Theile als Mittel und Zweck zugleich gedacht werden können. Vorzugsweise trifft nun das Blutsystem wiederum dieses Schicksal. Seine Kanäle verfeinern sich (Kapillargefäfse), neue Hilfsorgane werden später nöthig (Lymphgefäfssystem, Milz etc.?), und die bestehenden und ursprünglichen gehen neue Verbindungen ein, um durch Vermittelung anderer Systeme ihre Funktion realisiren zu können. Das, die Atmosphäre assimilirende Organ, der Athmungs-Apparat, hält sich zum animalen, die, das vegetative Blutleben repräsentirende Leber und Pankreas halten sich zum Darmsystem, endlich jenes, die ganz untauglichen Stoffe entfernende Gebilde, die Wolff'schen Körper (später die Nieren), reiht sich dem exkrementellen Theile des Körpers an.

So spielt das Blutleben den wahrhaften Vermittler für die Wirksamkeit der im thierischen Organismus so auffallend geschiedenen, beiden Haupttendenzen eines organischen Lebens; und darf es nun wundern, wenn es in seiner ihm eigenthümlichen Zwittergestalt auch unsere Deutungsversuche so oft verführt und hintergeht? Um so dringender und wichtiger aber ist es auch, von den einfacheren Verhältnissen auf die komplizirteren und nicht umgekehrt unsere Schlüsse zu leiten, wie wir es im Vorhergehenden versucht; ohne Rücksicht darauf, dafs herrschende Ansichten dabei beeinträchtigt werden. Es darf hier nicht verschwiegen werden, dafs nur die grofsartigen Entdeckungen von dem kleinen Zellen-Organismus unsere Auffassungsweise des Blutlebens möglich gemacht haben.

Mit der Entwickelung des Darmsystemes ist auch der Dotter vollständig verbraucht, und der Larven-Organismus des Frosches konstituirt. Gleichzeitig sind auch die äufseren Kiemen geschwunden, und ein innerer Kiemen-Apparat hat sich auf die Weise entwickelt, dafs von den Rändern der drei Kiemenbogen kleine Fortsätze, Kiemenblättchen, hervorkeimen. Also auch die inneren Kiemen haben ihr Muttergebilde in dem Hautsysteme.

Ob während der späteren Larvenzeit schon Lymphgefäfse vorhanden sind, weifs ich nicht bestimmt anzugeben. Eine Eigenschaft des Larven-Organismus möchte mich glauben machen, dafs sie auch dann noch nicht in Thätigkeit getreten sind. Der Larven-Körper des Frosches erscheint nämlich gleichsam ödematös angeschwollen, und dieses rührt von einem lymphartigen Fluidum her, welches unter der Haut vorgefunden wird. Dasselbe möchte ich nun für ein Residuum des Ernährungsprozesses halten, welches bei dem Mangel an Lymphgefäfsen nicht fortgeschafft wird, und der gefäfslosen Umhüllungshaut noch als Erhaltungsmaterial dient. Während der grofsen Larven-Metamorphose, wo auch deutlicher das Lymphsystem sich zeigt, verschwindet die dickflüssige, albuminöse Masse, und die Umhüllungshaut stirbt ab.

Im Mesenterium zwischen den beiden Peritonäalwänden ist etwas entfernt von der Wirbelsäule die Milz bei der Froschlarve schon sichtbar; sie wird daher gewifs zum Gefäfssystem des Darmes in nächster Beziehung stehen; doch ist mir ihre Bedeutung nicht klar geworden.

Kurze Uebersicht
der allgemeinen Entwickelungsvorgänge behufs der Larvenbildung des Frosches.

Das Erste, was die junge, für den thierischen Organismus bestimmte Generation der Eizelle (Dotter) unternimmt, ist die selbstständige Isolirung behufs der weiteren Ausbildung. Es entwickelt sich die Umhüllungshaut, und sobald dieselbe vollendet dasteht, ist auch die Dotterhaut, das letzte Residuum von der Individualität der Eizelle, geschwunden.

Nun beginnt die Konformation der Dotterzellen zu der Werkstätte, in welcher das gemeinschaftliche Zellenleben verwirklicht werden soll, zu dem thierischen Organismus. Gemäfs den beiden Urkräften der organischen Zelle, der metabolischen und plastischen, zeigt sich auch vorzugsweise bei dem Aufbau des thierischen Zellen-Organismus die Verwirklichung zweier mehr gesonderter Lebensrichtungen, der animalen und vegetativen. Zwischen beide stellt sich dann als vermittelndes Glied für die Wirksamkeit derselben das Blutsystem; in ihm sind beide Richtungen vereint.

Hinlänglich mit eignem Nahrungsmaterial versehen, haben die Dotterzellen zunächst das Bestreben, das animale System anzulegen, welches dem Ganzen zur allgemeinen Stütze und Haltung dienen soll. Es entwickeln sich an der *Chorda dorsalis* die Urhälften des Central-Nervensystems mit den allmählig von ihnen sich absondernden höheren Sinnes-Organen, und stellen das

Central-Organ des ganzen animalen Systemes vor. In einem gleichen Verhalten zur Wirbelsaite entstehen dann die Urplatten des Wirbelsystems als Inbegriff alles dessen, was die Wirksamkeit des animalen Central-Organs unterstützt und möglich macht. Gleichzeitig bildet sich auch das Hautsystem, welches als aufsere Hülle des animalen Systemes, und so des ganzen Thieres, der unmittelbarsten Wechselwirkung mit dem Medium ausgesetzt ist, in welchem das Thier sich bewegt.

Ist aber nun die wesentlichste Konformation des animalen Systemes vollendet, so tritt der junge Embryo schon mit der Aufsenwelt in Berührung. Die Lebensäufserungen zeigen sich in einfachen Krümmungen des Körpers, in der, auf die metabolische Kraft der Zelle sich stützenden Wechselwirkung mit der Luft im Wasser, in der Ausbildung der bestehenden, und in der Entwickelung neuer Anlagen auf Kosten des kugligen Zellen-Inhaltes.

Während nun das animale System in seiner Konformation weiter vorschreitet, ist der Dotter wieder in Bereitschaft, das Blutsystem anzulegen, durch welches die gemeinschaftliche Ernährung des thierischen Zellen-Organismus in Wirksamkeit treten soll. Es isolirt sich von dem Dotter die Leber- und Pankreas-Anlage, um das gemeinschaftliche Ernährungsmaterial, das Blut, zu bilden; es entwickelt sich das Herz mit seinen Aortenbogen als Centralorgan des Gefäfssystems für die Vertheilung der Blutmasse; es entstehen die äufseren Kiemen, um den Blutzellen den nöthigen Gehalt an Sauerstoff zu geben, und die Wolff'schen Körper führen die für den Organismus ganz untauglichen Stoffe hinweg.

Die Leber- und Pankreas-Anlage hat eine Lagerung, so dafs sie das Blut dem Herzen unmittelbar zuleiten kann, und auf der anderen Seite auch dem sich später entwickelnden Darmsysteme nahe steht, welches, als Repräsentant des vegetativen Systemes, auch mit der plastischen Seite des Blutlebens in innigere Beziehung tritt; insonderheit dem Blute die assimilirten Nahrungsstoffe zur weiteren Verbreitung übergiebt. Die äufseren Kiemen, der metabolischen Lebensäufserung des Blutsystemes zugeeignet, halten sich demgemäfs zum animalen Systeme, und zwar zu dem Hautsysteme, das dem Lebens-Medium unmittelbar ausgesetzt ist. Die Wolff'schen Körper münden in den häutigen After aus. Die Blutzelle ist dem Grade der Ausbildung des Embryo angemessen; sie ist noch ganz rund, hat einen deutlichen, mit Kernkörperchen versehenen Kern und einen feinkörnigen Inhalt. Ein Kapillargefäfsnetz fehlt, und die Ernährung geht bei der noch kräftigeren Integrität

der Zellen in den angelegten Gebilden durch Wechselwirkung mit dem Blute in den Gefäfsstämmen vor sich, deren Wandungen in das Parenchym der Gewebe noch unmittelbar übergehen.

Inzwischen wird der kuglige Nahrungsinhalt der Zelle allmählig verbraucht; auch in dem blutbildenden Organe vermindern sich die Dotterzellen mehr und mehr, und es entsteht das Bedürfnifs für die Zufuhr äufserer Nahrungsmittel. Während nun das animale System zu diesem Behufe sich vollständiger konstituirt, der Instinkt rege wird, das Blutsystem durch seine feineren Verzweigungen, durch den inneren Kiemen-Apparat, sowie durch die Ausscheidungsgänge in dem sich generirenden Zellen-Parenchym der Leber- und Pankreas-Anlage gleichfalls demgemäfs metamorphosirt; sehen wir aus dem Rest des Dotters allmählig das Darmsystem sich entwickeln, welches das äufsere Nahrungs-Material aufnehmen und dem Organismus aneignen soll. Das vegetative System theilt sich, analog dem animalen, bei seiner Ausbildung in zwei Haupttheile: in das eigentliche Centralorgan, die Schleimhaut, welche die äufseren Nahrungsstoffe assimilirt, und in das Darmhautsystem, als Inbegriff alles dessen, was die Wirksamkeit des Centralorganes unterstützt: durch Entwickelung der Darmhülle, des Verdauungs-Apparates, des Blutgefäfsnetzes, welches die assimilirten Stoffe dem Organismus mittheilen soll, endlich noch durch die Absonderung eines Kopftheiles, welches in der Mundhöle, mit dem animalen System in der innigsten Beziehung stehend, für die erste, unmittelbare Aufnahme der fremden Nahrungsstoffe bestimmt ist. Aufser den Verbindungen, welche das vegetative System mit dem animalen eingeht, zeigt sich auch jene nahe Beziehung zu dem, die gemeinschaftliche Ernährung vermittelnden Blutsysteme, und zwar vorzugsweise zu der plastischen Seite desselben, welche von der Leber und dem Pankreas vertreten wird.

Indem wir die Entwickelung der Froschlarve verlassen, wollen wir noch schliefslich versuchen, den Cyklus der Ernährung uns im Allgemeinen zu vergegenwärtigen.

Der Ernährungs-Prozefs.

Die Kräfte, auf welchen die Ernährung des gemeinschaftlichen Zellen-Organismus basirt, sind die Anziehungs- oder Aneignungskraft (*Assimilatio*) und die Abstofsungs- oder Abscheidungskraft (*Excretio, Secretio*) der Zellen. Die ernährenden Substanzen werden von Aufsen an die Schleimhaut verabreicht, von letzterer an das Blut, und von diesem zu den übrigen Gebilden

des Organismus umhergeführt. Auch die Ernährung der gefäfslosen Gewebe des Körpers, mit Ausnahme der Schleimhaut, bleibt immer vom Blute abhängig, da denselben durch die, in der Nähe befindlichen, mit Gefäfsen versehenen Gebilde (*Matrix*) der Nahrungsstoff mitgetheilt wird. In welcher Art aber auch die Ernährungssubstanz zu den einzelnen Geweben des Organismus gelangt, ob durch die Blutgefäfse unmittelbar (*Intussusceptio*) oder mittelbar (*Juxtapositio*), oder zu dem Blute selbst durch die Schleimhaut, oder endlich zu der letzteren von Aufsen her; überall ist das zur Ernährung dienende Material (der äufseren Nahrungsmittel, der Schleimhaut, des Blutes) der passive, leidende Theil. Die genannten Kräfte äufsern sich also während des Ernährungs-Aktes in den sich ernährenden Gebilden, und das Blut und die Schleimhaut sind in dem Momente, in welchem sie selbst sich ernähren, gleichfalls aktiv.

Für den Ernährungsprozefs ist die Abscheidung des während der Funktion untauglich gewordenen Stoffes der Systeme und Organe ein ebenso nothwendiges Requisit, wie die Aneignung der Nahrungssubstanz selbst. Darin besteht der Wechsel der Materie, ohne welchen das Leben jeder einzelnen Zelle ebensowenig gedacht werden kann, wie das der zusammengesetzten Organismen. Der ehemalige Streit, ob die Säfte oder die festen Gebilde einem solchen Umsatze von Stoffen unterliegen, fällt nach der Kenntnifs von dem Zellenleben in den Organismen an und für sich zusammen. Die Zellen der Systeme und Organe schwinden nicht bei der Ernährung, sondern sie erneuern nur den zur Funktion nothwendigen Nahrungsstoff. Die Funktionen selbst, also auch die des Gehirnes, haben dabei keinen Eintrag zu erdulden.

Die Abscheidungen müssen nun auch dann vorhanden sein, wenn die Dotterzellen auf Kosten ihres eigenen Nahrungsinhaltes sich entwickeln; denn schon bei der Ausbildung derselben für eine bestimmte Thätigkeit (Funktion) des gemeinschaftlichen Zellen-Organismus läfst sich voraussetzen, dafs anomale Stoffe zu entfernen sind. Nun bemerken wir solche abgeschiedene Massen zu Anfange des Entwickelungslebens weniger; erst in dem Erscheinen der Wolff'schen Körper spricht sich dieses Bedürfnifs deutlich aus. Gleichwohl dürfen die abgeschiedenen Stoffe im ganzen Embryo und zu allen Zeiten nicht fehlen, und sie mögen nur aus dem Grunde nicht zur Beobachtung gelangen, weil sie von weniger entwickelten Zellen sofort assimilirt werden. Ist das Blutsystem in Thätigkeit, so ist es sehr wahrscheinlich, dafs sie auch zum Theil ins Blut

gelangen, und bei gänzlicher Unbrauchbarkeit aus dem Körper durch die Wolff'schen Körper und durch die Umhüllungshaut entfernt werden.

Je ausgebildeter der Organismus wird, je gröfser die Differenz zwischen den Zellen der einzelnen Gewebe hervortritt, um so mehr markiren sich die ausgeschiedenen Stoffe dadurch, dafs sie nun, ohne Beeinträchtigung des Ganzen, nicht überall und sofort assimilirt werden können; sondern, angesammelt, in irgend einer Weise zur Erscheinung gelangen, und im Falle ihrer Brauchbarkeit noch dahin geleitet werden, wo ihre Anwendung sogleich oder später Statt hat (Sekrete). Wir gedenken hier des *Liquor amnii*, von dem ein Analogon auch an der Oberfläche der Froschlarve sichtbar wird, ferner der Galle, der Verdauungssäfte etc.

Ohne mich ausführlicher darauf einlassen zu können, wie in der Oekonomie des gemeinschaftlichen Zellen-Organismus die, von einem Gewebe abgeschiedenen Stoffe anderweitig benutzt werden, wie selbst die Entstehung mancher drüsigen Organe auf diese Weise begründet sein mag, will ich hier nur hervorheben, dafs solche Ausscheidungen auch für den Ernährungsprozefs von wichtigem Einflusse werden. Es zeigt sich nämlich die eigenthümliche Erscheinung, dafs grade diejenigen Gebilde, welche ernährt werden, an die ernährenden mittelbar oder unmittelbar einen Ersatz zurückgeben. So empfängt die Schleimhaut von dem Blutsysteme die Galle (Pikromel), das Blut selbst aber die bei der Funktion der Gewebe des Körpers als untauglich ausgeschiedene Lymphe, welche später noch erst in dem Lymphsysteme gleichsam präparirt in die Blutgefäfse ergossen wird.

Bei der Ernährung der Gewebe durch das Blut ist es nothwendig, zu erwägen, ob die Nahrungsstoffe den Blutzellen, oder dem *Liquor sanguinis*, oder vielleicht beiden, doch an verschiedenen Orten, entzogen werden. Die Entscheidung dieser Fragen wird zunächst davon abhangen, zu bestimmen, welcher von den genannten Bestandtheilen des Blutes von der Schleimhaut die Nahrungsstoffe empfängt; denn von diesem läfst sich dann voraussetzen, dafs er dieselben auch an die Gewebe hauptsächlich verabreicht. Nun ist es physiologisch nicht anders denkbar, als dafs die Blutzellen sich den Nahrungsstoff von der Schleimhaut aneignen. Denn wäre der *Liquor sanguinis* der empfangende Theil, so müfste die Ernährung des Blutes durch die Schleimhaut auf dem Wege einer physikalischen Exosmose und Endosmose vor sich gehen, da eine Assimilationskraft in der Flüssigkeit nicht statuirt werden kann. Solche Erklärungen physiologischer Prozesse sind indefs nicht mehr zulässig, und es bleibt uns daher nur

übrig, die Blutzellen für den, die Nahrungsstoffe ursprünglich aufnehmenden und daher auch an die Gewebe vorzugsweise verabreichenden Theil des Blutes zu halten. Für diese Annahme sprechen nun noch folgende Gründe:

1) Die Blutzellen bilden den wesentlichen Bestandtheil der Blutmasse. Sie nur allein sind bei der Blut-Bildung sowohl während des Entwickelungslebens als nachher gegeben; wir sehen sie auch in den äufseren Kiemen der Tritonen, in der *Area vasculosa* dicht gedrängt beieinander liegen, so dafs der *Liquor sanguinis*, ursprünglich wenigstens, nur an Masse gering und ein neu hinzutretender Theil des Blutes sein kann. *) Die Entstehung der Blutflüssigkeit ist durch das Grundgesetz zu erklären, nach welchem bei der Aneignung von Nahrungsstoffen das für das Leben und die Funktion Unbrauchbare von den Zellen ausgeschieden wird. Nun assimiliren sich die Blutzellen den Nahrungsstoff von den Schleimhautzellen, und sie müssen ihrerseits das Untaugliche ausscheiden, welches ursprünglich den *Liquor sanguinis* bildet. Später wird derselbe noch durch die Lymphe, wenn letztere durch ihre eigenen Kanäle in die Blutgefäfse ergossen wird, vermehrt.

2) Die Funktionen des gemeinschaftlichen Zellen-Organismus beruhen überall auf den, zu den Systemen und Organen zusammengetretenen Zellen, so im animalen, wie im vegetativen Systeme. Demgemäfs dürfen wir voraussetzen, dafs auch das Blutsystem seine Funktion, die Ernährung der Gewebe des Organismus, vorzugsweise durch die Blutzellen vollführe.

3) Wir haben früher erwähnt, dafs grade in den Blutkanälen des Darmes, welche mit der Schleimhaut in Berührung kommen, kleine, den Fettkügelchen ähnliche Körnchen in der Zellenhöle der Blutkörperchen bemerkbar sind. Diese Körnchen beobachten wir in den Blutzellen anderer Theile des Körpers nur in weit geringerer Menge, gemeinhin gar nicht. Daher ist es höchst wahrscheinlich, dafs dieselben den, von der Schleimhaut angezogenen Nahrungsstoff der Blutzellen darstellen.

4) Auch bei dem Kontakte des Blutes mit der atmosphärischen Luft in den Lungen sind es die Blutzellen, an welchen die dadurch hervorgerufenen Veränderungen sichtbar werden, und die also den für die metabolischen Lebenserscheinungen der Zellen nothwendigen Sauerstoff den Geweben mittheilen.

Sind die Blutzellen demnach als die eigentlichen Träger des Nahrungsstoffes anzusehen, so kann der *Liquor sanguinis* gleichwohl unter gewissen

*) An dem aus der Ader gelassenen Blute lässt sich über die Menge des *Liquor sanguinis* nicht gut entscheiden; da viele Blutzellen zu Grunde gehen, und ihren flüssigen Inhalt entleeren.

Verhältnissen als Ernährungsmaterial dienen. Diese Annahme wird um so nothwendiger, wenn man erwägt, dafs die Blutflüssigkeit doch fortwährend vermehrt wird, und nun nicht verringert werden sollte. Wir haben schon angedeutet, dafs der *Liquor sanguinis* aus zwei Theilen besteht, aus der, von den Blutzellen abgeschiedenen Masse und aus der, später durch das Lymphsystem hinzugekommenen Lymphe. *) Letztere wird nun wenigstens theilweise von den Blutzellen selbst assimilirt und so verbraucht; die als untauglich abgeschiedenen Massen aber müssen irgendwie auf andere Weise eine Abnahme finden. Hier liegt es nahe, an die Organe zu denken, welche die anomalen Stoffe aus dem Blute entfernen: an die Wolff'schen Körper, an die Nieren, an die Drüschen in der *Cutis* etc.; für sie liefert also der exkrementelle Theil der Blutzellen in dem *Liquor sanguinis* die Nahrungssubstanz. Es darf uns dieses um so weniger befremden, als es eine allgemeine, physiologische Erscheinung ist, dafs abgeschiedene Massen für Gewebe niederer Entwickelung noch ein Ernährungsmaterial bilden. Erst der von den genannten Drüsen als untauglich ausgeschiedene Stoff wird zum Exkrement für den ganzen Körper.

Ob auch andere Organe, deren Absceidungen nicht als reine Exkrete des Körpers zu betrachten sind (Speicheldrüsen, die Drüsen im Darmkanal etc.), sondern irgendwie für die Oekonomie desselben benutzt werden, aus dem *Liquor sanguinis* ihren Nahrungsstoff beziehen, läfst sich bei dem gegenwärtigen Zustande der Erfahrungen nicht genau bestimmen. Aber, wo Absceidungen von Systemen und Organen mittelbar und unmittelbar noch einmal vom Blute aufgenommen werden, da dürfen wir annehmen, dafs der *Liquor sanguinis*, das Exkrement der Blutzellen, die Nahrungsstoffe nicht geliefert hatte. In den bei der Generation des Thieres betheiligten Organen, die ein mehr gesondert dastehendes System im Organismus bilden, und zur Erhaltung des Geschlechts auf Kosten des Ganzen gleichsam gepflegt werden; hier dürfen wir auch nur den edleren Nahrungsstoff aus den Blutzellen in Wirksamkeit treten lassen.

Bei der Vorstellung von der Ernährung der Gewebe durch das Blut ist noch zu erörtern, wie sich die Gefäfswandungen dabei verhalten. Die bei der Ernährung thätige Anziehungskraft setzt den unmittelbaren Kontakt zwischen dem Blute und den sich ernährenden Geweben voraus. Nun lassen sich zwar die Wandungen derjenigen Blutgefäfse, aus welchen Nahrungssubstanz

*) So lange die Lymphe unmittelbar von den Blutgefässen aufgenommen wird, ist es fraglich, ob sie nur einen Bestandtheil des *Liquor sanguinis* bilde.

angezogen wird, von den sich ernährenden Umgebungen nicht isoliren. Dennoch kann man sich überzeugen, dafs die das Blut begrenzenden Zellen wenigstens im Embryo, bei welchem gröfsere Gefäfsstämme (selbst die Aortenbogen und die Aorta) die Ernährung vermitteln, an den Entwickelungen der Systeme und Organe in der Umgegend nicht theilnehmen, also selbstständig für sich bestehen und später zu den isolirten Gefäfswandungen sich ausbilden. Diese Zellenschicht mufs demnach einen selbstthätigen Vermittler zwischen dem Blute und der nächsten Umgebung machen, einerseits den vom Blute angezogenen Nahrungsstoff mittheilen, andererseits das eigene Unbrauchbare in die Gefäfse ausscheiden. Durch solche gegenseitige Mittheilung gelangt auch die Nahrungssubstanz an die entfernter liegenden Zellen im Embryo, wohin die Blutgefäfse sich noch nicht verzweigt haben. Auf welche Art in den später sich bildenden Kapillargefäfsen die Wechselwirkung zwischen dem Blute und den Geweben unterhalten werde, darüber läfst sich bei der ungenügenden Kenntnifs der Gefäfs-Wandungen nichts Bestimmtes aussprechen.

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen über den Ernährungsprozefs mögen wir die einzelnen Erscheinungen desselben bei der Froschlarve in folgenden Worten zusammenfassen.

Die von der Froschlarve aufgenommenen zarten Wasserpflanzen gelangen in die Bauch-Abtheilung des Darmsystems. Hier treten sie theils unmittelbar, theils nach Beimischung des Verdauungssaftes und bewirkter Verdauung mit der Schleimhaut allmählig in Berührung. Die Schleimhautzelle assimilirt die nahrungsfähige Substanz, und scheidet das eigne Unbrauchbare als Darmschleim ab. In kleinen, einem Fetttröpfchen ähnlichen Kügelchen sehen wir nun das assimilirte Nahrungsmaterial in dem Theile der Schleimhautzelle angehäuft, welcher den Blutgefäfsen in der muskulösen Darmhülle zugekehrt ist. Hier setzt sich das Blut mit demselben in Wechselwirkung; es zeigen sich, wie wir dieses oben angeführt, körnige Niederschläge um den Blutzellenkern, und so mit rohem Nahrungsmaterial geschwängert geht die Blutmasse zunächst zu dem blutbildenden Organe, zu der Leber mit dem Pankreas. Das Parenchym derselben eignet sich nun den, für die junge Generation nothwendigen, kräftigeren Stoff des Blutes an, und scheidet, wie die Schleimhaut den als Nahrungssubstanz untauglichen Darmschleim, ebenso die bei der Blutbildung nicht brauchbare Galle ab.

Auf diese Weise wird die Leber, gegenwärtig noch zugleich mit dem Pankreas, auf zweifache Weise blutreinigend; theils direkt in Bezug auf die

künftige junge Generation des Blutes, theils aber auch indirekt in Rücksicht darauf, dafs die roheren für die Ernährung der feineren Gewebe des Körpers weniger tauglichen Stoffe aus dem Blute entfernt werden. Sowie aber ferner die Schleimhaut, ihrer Funktion gemäfs, den Blutzellen nahrungsfähige Substanz übergiebt, in gleicher Weise überliefert das Parenchym der Leber und des Pankreas die frei gewordene, junge Generation dem Blute. Der Unterschied zwischen beiden Funktionen beruht nur darauf, dafs die Blutmasse in dem blutbildenden Organe zu gleicher Zeit die Mittel darreicht und auch wiederum unmittelbar empfängt; während sie von der Schleimhaut Nahrungsstoff erhält, aber erst auf mittelbare Weise für letztere dadurch unterstützend wirkt, dafs unter ihrem Einflufs die Galle und die Verdauungssäfte abgesondert werden. Die von dem blutbereitenden Organe abgeschiedene Galle dient wegen ihrer fett- und eiweifs-ähnlichen Beschaffenheit dem assimilirenden Central-Organe theilweise als mehr homogenes und wichtiges Nahrungsmittel.

Das auf die genannte Weise ergänzte und in einer Art verfeinerte Blut wird nun dem Herzen übergeben, durch die Aortenbogen den inneren Kiemen mitgetheilt und, nachdem auch die metabolische Kraft der Blutzelle gleichsam belebt ist, an die übrigen Gewebe des gemeinschaftlichen Zellen-Organismus verschickt. Den Prozefs bei der Assimilation der Atmosphäre in dem Athmungs-Apparate kann man sich in ähnlicher Weise vorstellen, wie bei der Substanz assimilirenden Schleimhaut; nur ist das Blut auch in diesem, zu seinem Systeme gehörenden Organe gleichzeitig mittheilend und unmittelbar aufnehmend.

Bei der Ernährung des Gewebes der übrigen Organe und Systeme wird jedesmal das Homogene aus dem Blute angezogen und das bei der vorhandenen Funktion Unbrauchbare abgeschieden. Dieses Residuum scheint bei der Froschlarve, bei welcher das Lymph-Gefäfssystem nicht zu bemerken ist, theils als noch für das Blutleben geeignete Substanz unmittelbar von den Gefäfsen aufgenommen zu werden, wie dieses in früherer Zeit der Fall war, theils aber auch unter der Haut als eine lymphartige Masse sich anzusammeln, um der gefäfslosen Umhüllungshaut als Erhaltungsmaterial zu dienen.

Das, bei der inneren Ernährung gänzlich Unbrauchbare im Körper wird theils von den offen zu Tage liegenden gefäfslosen Geweben, von der Umhüllungshaut, ferner in der Mundhöle abgeschieden; theils aber auch und vorzugsweise durch die Reinigungs-Organe des Blutsystemes, durch die Wolffschen Körper entfernt, welche ihren Nahrungsstoff von dem exkrementellen

Theile des Blutes, von dem *Liquor sanguinis* hernehmen. In den Wolff'schen Körpern, dem Ausscheidungsorgane des Blutsystems, ist das Blut also wiederum zugleich Nahrung gebend und, indem der exkrementelle Theil desselben Abnahme findet, zugleich sich reinigend, excernirend.

B. Die Entwickelung der Froschlarve zum entwickelten Thiere.

Unsere Absicht, an der Entwickelung der Froschlarve darzulegen, wie der Dotter unmittelbar zu den einzelnen Gebilden des Thieres allmählig und schichtweise verwendet wird, hätten wir in dem vorigen Abschnitte erreicht. Die weitere Ausbildung der Froschlarve zum entwickelten Thiere kann demgemäfs, da der Dotter bereits verbraucht ist, keine neue Belege in dieser Hinsicht uns vorführen. Doch wird eine kurze, allgemeine Betrachtung der Entwickelungsvorgänge zum ausgebildeten Frosch als Ergänzung für unsere Auffassungsweise der thierischen Entwickelung nothwendig.

Sämmtliche Entwickelungen der Froschlarve zum entwickelten Thiere begreift man unter der allgemeinen Benennung Larven-Metamorphose. Bei keinem anderen Wirbelthiere ist dieser Name so sehr gerechtfertigt als bei den Fröschen. Sehen wir von den Geschlechtswerkzeugen ab, die ja eben den Grund zum Aufgeben der Individualität legen, so ist in der Froschlarve nach dem Verbrauch des Dotters das individuellste, thierische Zellenleben vollkommen realisirt; es sind das animale Leben, das vegetative und das vermittelnde Blutleben in voller Wirksamkeit. Wahrscheinlich mögen die Fische auf dieser Bildungsstufe auch ihr geschlechtliches Leben beginnen, und so den Cyklus eines Lebens auf der niedrigsten Stufe im Wirbelthier-Reich beschliefsen.

Die Batrachien und namentlich die Frösche zeigen dadurch, dafs sie während ihres Entwickelungslebens schon frühe mit der Aufsenwelt in unmittelbare Berührung treten, einen frappanten und so recht gesondert hervortretenden Uebergang des Wirbelthieres zu einem geschlechtlichen Leben auf höherer Bildungsstufe eines thierischen Zellen-Organismus. Dieser Uebergang bedingt die Larven-Metamorphose, welche bei den, der höheren Wirbelthier-Abtheilung am nächsten stehenden Fröschen auch am evidentesten hervortritt. Alle Veränderungen aber während der Larven-Metamorphose sind mit Ausnahme des Generations-Apparates nur höhere Entwickelungen der bestehenden Systeme, die alle in dem Grade vorhanden sind, dafs ein gemeinschaftliches, thierisches Zellenleben in Wechselwirkung mit der Aufsenwelt

stattfinden kann. Das Leben der Froschlarve ist daher noch ein reines Bildungsleben unter einer unmittelbaren Wechselwirkung mit der Aufsenwelt; und nicht früher legt die zu einem thierischen Organismus sich ordnende, junge Generation der Eizelle (Dotter) ihre Schutzhülle (Umhüllungshaut) ab, als bis ihr Entwickelungszustand reif geworden, und das geschlechtliche Leben mit seiner Vergänglichkeit beginnt.

Die Froschlarve lebt nun gleich einem Fische, nur mit dem Unterschiede, dafs sie noch keine Spur von Generations-Werkzeugen besitzt und sich also einer vollkommenen Individualität erfreut. Ihr Leben ist noch reine Entwickelung, und gleicht dem eines höheren thierischen Embryo, der aber keine äufsere Nahrungsmittel zu sich nimmt.

Alle Bildungen neuer Organe und Systeme für einen höheren Entwikkelungszustand geschehen unter dem Einflusse des Blutsystems. Diese Entwickelungsart geht nun nach meinen Untersuchungen in der Weise vor sich, dafs da, wo ein neues Gebilde entstehen soll, der Zufluſs des Blutes bedeutender wird, dafs Mutterzellen zum Vorschein kommen, die dann zerfallen, und dafs die jungen Zellen durch fortwährende neue Generationen sich so lange vermehren, bis hinlängliche Zellenmasse vorhanden ist, und die individuelle Entwickelung des Gewebes vor sich gehen kann. Wo ich auch die Anlage eines Organes untersuchte, überall fand ich stets Mutterzellen und junge isolirte Zellen; niemals habe ich mich evident überzeugen können, dafs bei den später zu erwähnenden neuen Gebilden freie Kerne in einem freien Kytoblastem entstanden wären und zu Zellen sich entwickelt hätten.

Wir werden die Entwickelungsvorgänge für das entwickelte Thier in derselben Reihenfolge der Hauptsysteme des thierischen Organismus wie bei der Bildungsgeschichte der Larve im Kurzen beifügen, wiewohl die weitere Ausbildung aus einsichtlichen Gründen überall gleichzeitig auftritt.

Das animale System.

Die Form-Veränderungen im animalen System geben sich am augenscheinlichsten im Wirbel- und im Hautsysteme kund. Im centralen Nervensystem sind sie weniger auffallend und mögen sich mehr auf die Elementartheile beschränken, deren Veränderungen bis jetzt noch nicht der Gegenstand meiner Untersuchungen geworden ist. Die Wirbelsaite schreitet in ihrem Verkümmerungsprozesse immer weiter vorwärts, je fester das Wirbelsystem in sich selbst konstituirt wird.

In Betreff des Wirbelsystems zunächst werden schon früh wegen des erforderlichen Wachsthums die Extremitäten für das geschlechtliche Leben entwickelt. Die hinteren Extremitäten treten an dem sich ausbildenden Beckengürtel gleich zu Tage; die vorderen liegen verdeckt in der sogenannten Kiemenhöle. Letztere entsteht dadurch, dafs der häutige Kiemendeckel, welcher zum Schutz der in der zweiten Visceral- oder Kiemenspalte befindlichen Kiemen vom zweiten Visceralbogen sich entwickelt, mit dem Anfange des Rumpfes bis auf eine kleine runde Kiemenöffnung linker Seits verwächst, und den Schultergürtel zugleich in die Höle einschliefst. Die vorderen Extremitäten mit dem Schultergürtel werden nun nicht eher frei, als bis der Kiemen-Apparat verkümmert, und die Lungen-Athmung eintritt.

Es ist daher die Kiemenbildung ein Hindernifs in der Entwickelung des Wirbelsystems an dieser Stelle. Es kann schon wegen des Raumes, den die Kiemenbogen erfordern, kein wirklicher dritter Visceralbogen sich entwickeln; es bildet sich nur ein Analogon, eine Art von mittlerem Schlufsstück zwischen dem zweiten Visceralbogen und der Rumpf-Visceralplatte, welches zum Kiemenbogenträger sich gleichzeitig nach der Rumpf-Visceralhöle hin verlängert. Aber auch der Anfang der Rumpf-Visceralplatte (Schultergürtel) mufs nun den Raum für den Kiemen-Apparat erweitern helfen. Dieses geschieht dadurch, dafs die Anlage des Schultergürtels mit der vorderen Extremität in einer schrägen Stellung zu der zweiten Visceral- oder Kiemenspalte geneigt ist, und auch in dieser Lage sich fortentwickelt. Bei denjenigen Wirbelthieren, die durch das ganze Leben mit solchen Kiemen athmen, bleibt auch diese Stellung stationär (Fische). Nur in der Mittellinie tritt die Rumpf-Visceralhöle bis unter das hintere verlängerte Ende der Kopf-Visceralhöle (Kiemenbogenträger) kegelförmig hervor, um das Herz dem Kiemen-Apparat zu nähern.

Wir haben in der Bildungsgeschichte der Larve dargelegt, wie durch das Verhalten des Dotters eine solche Stellung der Rumpf-Visceralhöle zum Kopfe eingeleitet wurde. Die hintere Abtheilung der Kopf-Visceralhöle wurde dabei beengt, und der, durch diese Einbiegung gewonnene Raum an der äufseren Oberfläche diente in der Mitte zur Lagerungstätte des Herzens, zu den Seiten der sich erweiternden zweiten Visceral- oder Kiemenspalte, welche die, von dem Hautsystem sich entwickelnden und in die Visceralhöle des Kopfes sich gleichsam eindrängenden Kiemenbogen aufnahm. Während demgemäfs die Einbiegungsstelle der Visceralhöle durch das hervortretende Herz in der Mitte wieder ausgeglichen wurde, so blieb sie an den Seiten, wurde von dem

häutigen Kiemendeckel überdeckt, und, nach dessen Vereinigung mit der Rumpfwandung, zur Kiemenhöle auf jeder Seite abgeschlossen. Schwindet nun der Kiemen-Apparat, so wird diese räumliche Erweiterung wieder unnöthig, der Schultergürtel mit seiner Extremität richtet sich grade, die Bauchhöle selbst gewinnt dabei an den Seiten ihre natürliche Weite, die kegelförmige, mittlere Spitze verliert sich, und das Herz befindet sich in der freien, erweiterten Bauchhöle. Der Kiemenbogenträger dagegen wird verkürzt, auf die Kopf-Visceralhöle beschränkt, und hält sich als Analogon des dritten Visceralbogens zu dem zweiten (Zungenbein).

An dem Schultergürtel und am Becken erreichen sich die Visceralplatten des Rumpfes durch vollständiges Weiterwachsen. An den übrigen Theilen wird die untere Wirbelröhre, nachdem die Eingeweide die vollständige Metamorphose absolvirt haben, gleichsam durch zwei musculöse Mittelstücke nach Art der *Musculi recti* vervollständigt. Es wachsen hier, zuerst von der Beckengegend und später auch von dem Schultergürtel aus, die primitiven Muskelbündel einander auf beiden Seiten der Mittellinie entgegen, bis sie sich erreichen und vereinigen. Aehnlich geschieht auch die Verbindung zwischen dem Schultergürtel und dem zweiten Visceralbogen mit dem Kiemenbogenträger. Sie ist gröfstentheils muskulös, doch finden sich auch knorplige Verbindungsstücke.

Vor Allem wichtig ist die Metamorphose an der Kopf-Visceralhöle und dem Gesichte. Dieselbe ist von mir in meiner Schrift über den Wirbelthierkopf ausführlich auseinandergesetzt, daher ich auf sie verweise. Hier ist nur zu erwähnen, dafs die ungeschwänzten Batrachien auch in der Kopfbildung einen höchst interessanten Uebergang zu der höheren Wirbelthier-Klasse darlegen; indem sie nachträglich eine analoge Form des ersten Visceralbogens der höheren Wirbelthiere entwickeln, und dadurch in den Besitz eines Gaumen- und Flügelbeines gelangen, welche den übrigen niederen Wirbelthieren fehlen. Die Veränderung der ganzen Ernährungsweise des Thieres zeigt sich bei der Ausbildung des Gesichtes und der Kopf-Visceralhöle von dem wichtigsten Einflusse.

Das Wirbelsystem, sowie das ganze animale System erleidet noch eine auffallende Veränderung durch die so merkwürdige Verkümmerung des Schwanzes. Derselbe wird, wie mir scheint, weniger resorbirt, als förmlich mumificirt; es fallen die vertrockneten Stücke vom Körper ab. Wahrscheinlich hangt dieser Mumifikationsprozefs auch damit zusammen, dafs bei dem Mangel an

Nahrung von aufsen her die Blutmasse verringert wird (Fettbildung der Leber), und nicht mehr hinreicht, bis in diesen äufsersten Theil verschickt zu werden.

In die Zeit der Larven-Metamorphose und nach derselben fällt nun die Ossifikation in den Hartgebilden des Wirbelsystems. Die für das centrale Nervensystem bestimmte Röhre verknöchert am frühesten. Die *Chorda dorsalis* wird gemeinhin, je weiter die Ossifikation vorschreitet, um so mehr reduzirt, und erhält sich meist nur in den Rudimenten zwischen den einzelnen Wirbelkörpern.

Sobald das Wirbelsystem vollkommen ausgebildet ist und selbstständig die ganze Form und Haltung dem Thiere geben kann, wird das Hautsystem als unterstützendes Gebilde mehr und mehr beschränkt, und behält nur die Funktion, die äufserste Umhüllung des ganzen Thieres zu formiren. Es giebt keine Flossen mehr, keine *Membranae reunientes*, keinen Hautafter, keine hornartigen Lamellen an der Mundöffnung; überall hat sich das Wirbelsystem geltend gemacht. Diese Beschränkung des Hautsystems von Seiten des Wirbelsystems erstreckt sich sogar bis auf die Neben-Gebilde. Wir werden späterhin zeigen, dafs auch das, nach der Verkümmerung des Kiemen-Apparats in Wirksamkeit tretende Athmungs-Organ, die Lungen, von dem Wirbelsystem entspringt.

Mit dem Auftreten des Wirbelsystems in seine vollen Rechte und mit der Reduzirung des Hautsystemes auf die Funktion der *Cutis* ist gleichzeitig das Verkümmern der Umhüllungshaut und das Auftreten der *Epidermis* verbunden. Die Gefäfslosigkeit, die Lage, sowie die gleichmäfsige Zellen-Struktur der Umhüllungshaut mit der *Epidermis* hat anfangs viel Einladendes, beide Theile für ein und dieselbe Haut zu halten. Auf das pflasterartige Zusammenliegen der Zellen ist jedoch kein Werth zu legen, da alle Membranen anfangs gleichartig auftreten. Ueberdiefs aber habe ich mich von dem gleichzeitigen Vorhandensein beider Häute überzeugt, so dafs also jeder Zweifel beseitigt ist. Am häufigsten glückt es mir, die Umhüllungshaut und die *Epidermis* gleichzeitig aufzufinden, bei Larven, deren Schwanz beinahe schon ganz abgefallen ist. Man sieht dann namentlich auf dem Rücken die Trümmer der verkümmerten Umhüllungshaut und darunter die *Cutis*, von welcher dann schon die *Epidermis* loszulösen ist.

Die Umhüllungshaut ist also nur die äufsere Hülle für das Entwickelungs-Leben. Sie bleibt beim Frosche während ihres ganzen Daseins ge-

fäfslos. Ihre Erhaltung wird, wie wir dieses vermuthen, durch die auf dem Körper der Froschlarve angesammelte und bei dem Mangel an Lymphgefäfsen nicht hinlänglich fortgeschaffte, lymphatische Flüssigkeit bewerkstelligt. So wie die Lymphgefäfse auftreten, schwindet auch dieses gelatinöse Fluidum, und die Umhüllungshaut verkümmert gleichsam am lebendigen Leibe.

Will man die Umhüllungshaut mit einem Gebilde des entwickelten Thieres parallelisiren, so kann das nur mit der *Cutis* geschehen. Denn sie entsteht selbstständig, übernimmt in der frühsten Zeit vor der Ausbildung der äufseren Kiemen sogar die Athmungs-Funktion, dient zur Abscheidung substantieller, unbrauchbarer Stoffe; ja sie ist selbst vor dem Auftreten des Hautsystems, das, die ersten Anlagen des Embryo und den Dotter allein zusammenhaltende Gebilde. In späterer Zeit wird sie, als gefässlose Schutz-Membran, mehr auf die Funktion der *Epidermis* beschränkt. Aber verglichen kann sie mit dieser letzteren niemals werden; denn die *Epidermis* entsteht wie alle Epithelien als eine sich absondernde, gefässlose Zellenschicht von einem Gewebe (*Cutis*), das frei zu Tage liegt, und hier den Einwirkungen der Aufsenwelt unmittelbar ausgesetzt ist. Wir finden an der schwarzen Umhüllungshaut alle die Gesetze von Neuem bestätigt, welche wir bei Gelegenheit der Entwickelung der Schleimhaut in Betreff der gefäfslosen Membranen und der Epithelien näher erörtert haben.

Das Blut-System.

Das Centralorgan des Gefäfssystems, das Herz, verändert bei der Verkümmerung des Kiemenapparates seine Lage und Form; die drei Aortenbogen ferner nähern sich allmählig, und verwachsen so zu einem Gefäfsstamme, dafs das Lumen des mittleren sich vorzugsweise erhält und das Blut zu den Lungen leitet. Die Lagerungs-Veränderung des Herzens ist jedoch gröfstentheils nur scheinbar und wird vielmehr, wie wir dieses oben auseinander gesetzt haben, durch die seitliche Erweiterung der Bauchhöle hervorgerufen. Dann, indem durch das Hinschwinden der Kiemen und durch die Verkürzung des Kiemenbogenträgers der Schultergürtel seitlich Raum zu seiner normalen Ausbreitung erhält, wird die kegelförmig hervortretende, gleichsam zur Herzhöle sich absondernde mittlere Spitze der Rumpf-Visceralhöle wieder ausgeglichen, und das Herz mit seiner Umhüllung in eine freie, geräumige Bauchhöle aufgenommen. Auch die Form des Herzens wird der im höheren Wirbelthier-

Reich sich ausbildenden genähert. Diese Metamorphose habe ich noch nicht speziell untersucht, und verweise daher auf das bis jetzt Bekannte.

In Bezug auf die Gefäfsverzweigungen ist zunächst zu bemerken, dafs erst um die Zeit der Larven-Metamorphose jene ganz feine Aestchen sichtbar werden, in denen die Blutzellen nur einzeln und in Abständen hindurchgehen, wie man dieses an den Falten des Darmes beobachten kann. Früher sieht man die Blutzellen in dem feinen Gefafsnetze der musculösen Darmhülle gewöhnlich dicht beieinander und auch gedoppelt liegen. Ob die feinsten Verzweigungen des Gefäfssystems, die man vorzugsweise Kapillargefäfse nennt, durch Verästelung einfacher Zellen nach dem Schema des Herrn Prof. Schwann entstehen, davon habe ich mich noch nicht überzeugen können. Die sternförmigen Verzweigungen der Pygmentzellen geben allerdings viel Wahrscheinlichkeit, und überdiefs sind mir die Beobachtungen des Herrn Prof. Schwann von grossem Werthe. Jedoch müfste man alsdann annehmen, dafs die Kapillargefäfszellen sich an einer Stelle öffnen, um die Blutzellen hindurchzulassen; und ferner würde man die verschiedene Entstehungsweise von den übrigen, doch nur im geringen Grade stets sich erweiternden Gefäfs-Verzweigungen durch keine gegründete Ursache rechtfertigen können. Behufs der Ernährung ist eine derartige Abweichung nicht nothwendig; denn wir haben gesehen, dafs dieselbe auch vor diesen feinsten Verzweigungen in den gröfseren Blutbahnen stattfindet, und dafs die Verfeinerung der Gefäfs-Verästelungen nur mit der verfeinerten Ausbildung der Gewebe gleichen Schritt hält. Nothwendig für die Wechselwirkung zwischen dem Blute in den Geweben ist nur, dafs die Gefäfswandungen von letzteren nicht vollkommen isolirt sind.

Eine wie grofse Menge von Blutzellen gleichzeitig bei der Ernährung betheiligt sein kann, das hangt, wie die Vorgänge der Entwickelung des Embryo lehrten, von der jedesmaligen Ausbildung der Zellen in den Geweben ab. Aus diesem Grunde vermuthe ich auch, dafs selbst in ausgebildeten Organismen die Weite der ernährenden Gefäfsverzweigungen nicht in allen Geweben dieselbe ist, fondern nach der Ausbildung der Gewebe-Zellen sich richtet. So wird gewifs das ernährende Blut-Gefäfsnetz in der Leber von gröfserer Weite sein, als in dem Muskelsysteme. Man wird mir diese Vermuthung, welche noch näherer Bestätigung bedarf, um so weniger verargen, als ich mich verpflichtet fühlen mufs, den sich mir kundgebenden, allgemeinen Entwickelungsgang auch im entwickelten Thiere soviel wie möglich festzuhalten.

Wahrscheinlich bleibt bei den Fischen die Verzweigung des Gefäfssystems auf der Froschlarven-Stufe stehen.

Meine Untersuchungen über die Bildung der Gefäfswandungen sind noch nicht so weit gediehen, dafs ich etwas Bestimmtes darüber angeben könnte. Doch habe ich mich mit v. Bär davon überzeugt, dafs die Bluthahnen zunächst durch die bewegenden Kräfte des Herzens gleichsam gebrochen werden, und dafs die Gefäfs - Wandungen von den umgebenden Geweben sich nachträglich isoliren.

Von den übrigen bestehenden Organen des Blutsystems verschwindet zunächst der Kiemen-Apparat, und es hat sich dafür das Lungensystem entwickelt. Die Verkümmerung der Kiemen mit ihren Bogen ist schon beim animalen Systeme auseinander gesetzt worden.

Die Entwickelung der Lungen beginnt schon früh zu der Zeit, wenn der Darmhautsack bereits eine S förmige Krümmung gemacht hat. Sie zeigen sich zuerst als winzige Fortsätze zu beiden Seiten des Darmhautsackes, wo derselbe durch die Kopf-Visceralhöle eintritt (Tab. II. Fig. 22. 23.). Sie liegen hier so enge, doch in paralleler Richtung, der Darmhaut an, dafs man nur zu leicht ihre Entstehung aus derselben vermuthen möchte. Verfolgt man sie jedoch behutfam bis auf ihre Wurzel, so sieht man ihren Zusammenhang mit jener Membran, welche als Kiemenbogenträger von dem zweiten Visceralbogen zu den beiden Visceralplatten des Rumpfes dicht neben der Schlundöffnung hinansteigt. Die Darmhaut und jene, die Schlundöffnung umgebenden Theile sind innig verwachsen, und die Untersuchung erhält dadurch eine neue Schwierigkeit. Indessen kann ich versichern, dafs es mir öfters gelungen ist, die Darmhaut von der Schlundöffnung abzulösen, in Folge dessen ich dann die kleinen Fortsätze der Lungen in evidentem Zusammenhange mit der Membran des Kiemenbogenträgers vor mir liegen hatte. (Tab. II. Fig. 24.) Daher mufs ich die Lungen als aus dem Wirbelsystem gewissermaafsen ihren Ursprung nehmend angeben; die weitere Entwickelung jedoch steht unter Leitung des Blutsystems. So hat also, indem das Hautsystem mehr zurückgedrängt wird, das Wirbelsystem aber im animalen Systeme desto kräftiger sich geltend macht, auch die animale Seite des Blutlebens, der Athmungsapparat, sich an das Wirbelsystem angeschlossen. Auf diese Weise liefert die Bildungsgeschichte einen wichtigen Aufschlufs über den merkwürdigen Konnex, welcher zwischen den Lungen insbesondere mit dem Wirbelsystem im animalen Leben des Thieres obwaltet.

Aufser dem Kiemenapparat schwinden auch gleichzeitig im Blutsystem die Wolffschen Körper, und finden an den Nieren die Stellvertreter, sobald die Lungenathmung ihren Anfang nimmt. Die gleichzeitige Anwesenheit der Kiemen und der Wolffschen Körper auf der einen Seite, so wie der Lungen und Nieren auf der andern machen es wahrscheinlich, dafs bei den Fischen, bei welchen kein Wechsel des blutreinigenden Organes Statt hat, die den Kiemen-Apparat durch das ganze Leben behalten, bei denen überhaupt mit der allgemeinen Ausbildung auch das Blutsystem auf einer niederen Entwikkelungsstufe verharrt; dafs hier nur die Wolffschen Körper vorhanden sind, und blutreinigende Nieren nicht erforderlich waren. Bei der Froschlarve entwickeln sich die Nieren um die Mitte ihrer Lebenszeit dicht neben der Wirbelsäule in der hinteren Hälfte der Bauchhöle unter dem Peritonäum. Sobald ich nur eine Spur von ihnen mit der Lupe entdecken konnte, zeigte der Bildungsstoff auch schon viele kleinere und gröfsere einfache und Mutter-Zellen. Die ursprüngliche Grundlage scheint nur die Zellen-Masse zu sein, welche zu beiden Seiten der Aorta liegt. Am oberen Ende der Nieren bilden sich gegen das Ende der Larvenzeit die gleichsam gefingerten Fettkörper aus, deren nähere Beziehung zur ganzen Ernährungs-Oekonomie mir noch nicht klar geworden ist.

Wichtige Veränderungen bietet uns das Blutzellen bildende Organ dar, die bis jetzt noch mit dem Pankreas vereinte Leber.

Während der Larven-Metamorphose tritt nun die vollständige Trennung des, früher nur als ein Leber-Lappen sich darstellenden Pankreas ein. Die Bildungsmasse desselben sondert sich in der bezeichneten Scheidungsgrenze von der Leber ab, verringert zusehends ihr Volumen und wird endlich in das zarte Gewebe des ausgebildeten Pankreas verwandelt, welches auf der linken Seite am hinteren Magenende und am Duodenum sich entlang entzieht. Sein Ausführungsgang mündet gesondert von dem der Leber in den Zwölffingerdarm hinein. In seinem Parenchym erkennt man sehr durchsichtige, meist einfache Zellen, zuweilen von cylindrischer Form, in denen immer ein Kern mit 1 — 2 Kernkörperchen sich deutlich markirt.

Unabhängig vom Pankreas geht die Leber ihren Weg bei der Larven-Metamorphose. Als Stellvertreter der plastischen Seite des Blutsystems innig an das Darmsystem gekettet, werden auch ihre Veränderungen zunächst von demselben abhängig. Während nämlich das Darmsystem für die ganz neue

Lebensweise des entwickelten Thieres (Fleischfresser) sich einrichtet, und während dieser Zeit keine Nahrungsmittel eingenommen werden, sehen wir das Volumen der Leber übermäfsig anwachsen, und im Parenchym fast ausschliefslich nur Fettzellen vorhanden. Bei einer anderen Funktion der Leber, als die ist, welche wir aus der Bildungs-Geschichte derselben gezeigt haben, wäre es nicht gut möglich dieses Phänomen zu erklären. Erwägt man aber, dafs die Blutzellen-Bildung von dem kräftigen Nahrungsstoffe des Blutes selbst abhängig ist, der durch die Schleimhaut mitgetheilt wird; so kann man es erklärlich finden, dafs um die jetzige Zeit, wo die Funktion des assimilirenden Organes darniederliegt, auch die Blutmasse nicht die Kraft besitzt, die Generation von Blutzellen zu Wege zu bringen. Es bilden sich vielmehr in dem Parenchym der Leber, welches, nach der Galle zu urtheilen, schon an sich Neigung zur Fettbildung verräth, indifferentere Zellen-Organismen, nämlich die genannten Fettzellen. Die Folgen davon sind, dafs zunächst weniger Blutzellen gebildet werden, und hiermit brachten wir die Mumifikation des Schwanzes während der Larven-Metamorphose in Verbindung. Denn, da die Bluthahnen durch die neu entstehenden, feineren Kapillargefäfse an sich schon erweitert werden, so reicht die Blutmasse nicht mehr hin, bis in dieses äufserste Ende getrieben zu werden. Ferner wird wegen der überwiegenden Fettzellen-Bildung auch weniger Galle abgesondert, da die Abscheidung dieses Secrets von der Blutzellen-Generation abhangt. Endlich mufs das Volumen der Leber in eben dem Grade zunehmen, als die Fettbildung vorschreitet, zumal die Entfernung von Substanz weder durch junge Blutzellen-Generation, noch durch die Gallen-Absonderung bedeutend ist.

Findet nun von Neuem Zufuhr von Nahrungsmitteln nach dem Darmsystem Statt, so gelangt wieder eine kräftige Blutzellen-Masse nach der Leber, die Mutterzellen des Leber-Parenchyms nehmen wieder Ueberhand, die Fettzellen schwinden in gleichem Maafse, das Volumen verändert sich auffallend; und wir sehen im entwickelten Frosche eine Leber vor uns, welche im Parenchym wesentlich dieselbe elementare innere und äufsere Struktur des blutbildenden Organes der Larve zeigt, nur von derberer Konsistenz und mit Pygmentzellen untermischt ist.

Wenn wir jetzt die Funktion der Leber im entwickelten Thiere bestimmen, so haben wir durchaus keinen Grund von dem abzuweichen, was die erste Entwickelungsstufe der Leber- und Pankreas-Anlage ergab; ja die ganze Larven-Metamorphose möchte nicht wenig dazu beigetragen haben,

unsere bisherige Ansicht zu befestigen: die Leber war und bleibt blutbildendes Organ.

Was aber das Pankreas betrifft, so ist seine jetzige Ausbildung allerdings von der Art, dafs man nicht an eine Blutbildung denken kann; es hat sich nicht allein vollständig von der Leber abgesondert, sondern auch das gegenwärtige Parenchym spricht gegen eine solche Annahme. Die Funktion des Pankreas näher zu bestimmen, bin ich aufser Stande. Jedoch darf ich mir erlauben, wenigstens nach der bisherigen Entwickelungsweise die Richtung anzudeuten, welche man bei den Untersuchungen ihrer Funktion zu nehmen habe. Demzufolge ist es nothwendig, dafs man sie direkt als ein Hilfsorgan der Leber betrachte. Wir haben gezeigt, dafs sie ursprünglich mit der Leber eine Anlage hatte, dafs sie dann einen gröfseren Leberlappen vorstellte, dafs dieser noch eine geraume Zeit gemeinsam mit der ganzen Leber fungirte, dafs sie endlich während der Larven-Metamorphose sich von derselben absonderte, um für das ausgebildete Thier als Pankreas zu dienen. Die Gallen-Blase ist in der Entstehung insofern mit ihr zu vergleichen, als auch diese schon früher aus einem kleineren Leberlappen sich entwickelt, jedoch gleich anfangs und auch später die Beziehung zur Leber deutlich verräth.

Aber auch bei dem Pankreas offenbart sich die früher so innige Verwandtschaft mit der Leber dadurch, dafs die Ausführungsgänge beider Drüsen stets in einer Gegend des Darmes einmünden, ja oft eine gemeinschaftliche Oeffnungs-Stelle haben. Wenn daher gemäfs dem allgemeinen Entwickelungsplane die Funktion des Pankreas auf die Leber zurückgeführt werden mufs, so liegt es nahe, vorzugsweise an das Sekret derselben, an die Galle zu denken. Nun ist die Galle, wie wir dieses früher auseinander gesetzt haben, eine Absonderung des Parenchyms der Leber, welche zwar für die Blutbildung unpassend, doch als theilweise assimilirbares Nahrungsmittel für die Schleimhaut noch brauchar ist. Wenn man daher den Pankreatischen Saft mit der Galle in Verbindung bringen will, so könnte man annehmen, dafs derselbe die Leber-Absonderung irgendwie qualifizirt mache, der assimilirenden Schleimhaut als nahrungsfähige Substanz zu dienen. So lange die ganze Bildungsstufe des Thieres in der Larvenzeit noch mehr indifferent ist, bedarf auch die Galle noch nicht dieser Unterstützung. Indem aber in dem ausgebildeten Frosche das gemeinschaftliche Ernährungs-Material (das Blut) eine differentere Metamorphose eingegangen, so entwickelt das blutbereitende Organ auch noch eine assistirende Drüse, um die für die Funktion der Schleimhaut

nothwendige Galle zur Assimilation geeignet zu machen. Dieses gesonderte Auftreten des Pankreas findet eine vollkomene Analogie *(mutatis mutandis)* in dem gleichzeitig sichtbar werdenden Lymphgefäfssystem mit den Lymph-Drüsen, in welchem die von den mehr differenten Geweben ausgeschiedene Lymphe noch zu einer nahrungsfähigen Substanz für das Blut gleichsam präparirt wird.

In Betreff der Blutmasse selbst zeigen sich die Veränderungen während der Larven-Metamorphose theils dadurch, dafs die Blutzellen eine plattere Linsenform annehmen, theils durch die geringere Markirung des Zellen-Kerns selbst. In dem Blutgefäfsnetzen der Darmfalten bemerkte ich die Blutzellen etwas mehr aufgequollen und innerhalb derselben einen feinkörnigen Niederschlag, den ich von der Aufnahme der nahrungsfähigen Substanz aus den Schleimhautzellen herleite. In einigen Gefäfsstämmchen und in dem Kapillargefäfsnetze tritt dieser feinkörnige Niederschlag der Blutzellen-Höle besonders deutlich hervor, in anderen wiederum, welche ich für die eben hinzukommenden Blutgefäfse halte, ist er beinahe gar nicht zu erkennen. So hat sich denn die Blutzelle im Laufe der Entwickelung aus einer runden, unversehrten Zelle in die platte Linsenform verwandelt, und ihr Zellenkern ist nicht granulirt, sondern gleichmäfsig durchscheinend und oft undeutlich hervortretend.

Als neu zu dem Blutsysteme hinzukommend beobachten wir die, gegen Ende der Larvenzeit sichtbar gewordenen Lymphgefäfse. Die genauere Entstehung der Gefäfse selbst ist mir unbekannt geblieben. Daher will ich nur von der Beziehung sprechen, welche ihre Inhalt gemäfs dem allgemeinen Entwickelungsplane möglicherweise für das Blutleben haben kann. —

Schon an andern Orten haben wir darauf aufmerksam gemacht, dafs die Abscheidungen anomaler Stoffe eine ebenso nothwendige Bedingung des Lebens der Organismen sei, wie die Nahrungs-Aufnahme; dafs ferner, nach den grofsartigen Entdeckungen Schleiden's und Schwann's von dem Zellenleben im organischen Reiche, die Aeufserung dieser Kräfte nicht nur im Allgemeinen bei den zusammengesetzten Organismen aufgefafst werden dürfe, sondern auf die einzelnen Zellen derselben zurückzuführen sei und aus diesen hervorgehend gedacht werden müsse. Wo also im Organismus eine Zelle existirt, da wird auch ausgeschieden. Die absondernden Drüsen haben vor den übrigen Systemen und Organen nur das voraus, dafs ihr Parenchym besonders dahin ausgebildet, dafs es ihre vorzüglich hervortretende Thätigkeit (Funktion) geworden, die ausgeschiedenen Stoffe entweder als Exkremente

gänzlich aus dem Körper zu entfernen (Urin, Schweifs etc.), oder als Sekrete zu besonderen Zwecken dem Organismus zu verabreichen (pankreatischer Saft, Thränen, Speichel, die Verdauungssäfte, die Absonderung der Hoden etc.).

In den Zellen derjenigen Systeme und Organe, welche zu anderen Funktionen vorzugsweise ausgebildet sind, darf aus diesem Grunde die ihnen ursprünglich zukommende Ausscheidungskraft nicht aufhören; sie wird nicht vorwalten, doch so lange wir eine Zelle vor uns haben, in welcher Art sie auch metamorphosirt sein mag, da sind die Aufnahme der Nahrungssubstanz und die Abscheidung des Unbrauchbaren nothwendige Lebensbedingungen. Die abgeschiedenen Massen solcher Gewebe, welche gemeinhin von mehr differenter Ausbildung sind, wie die Faserzellen, Muskelzellen, Nervenzellen etc., geben nun das Fluidum, welches nach meinem Dafürhalten von dem Lymph-Gefäfssystem wieder aufgenommen wird. Die Festsetzung eines solchen abgeschiedenen Stoffes in den genannten Geweben erscheint uns ebenso nothwendig, wie andererseits unsere Vorstellung, dafs die Lymphe das Residuum des bei der Ernährung gleichsam ausgeschwitzten *Liquor sanguinis* sei, bei der jetzigen Kenntnifs von dem Zellenleben im höheren Organismus nicht gut festzuhalten ist. In gleicher Weise darf auch eine Durchschwitzung durch die Wände der Lymphgefäfse, wie in eine vielleicht leere Höle hinein, nicht angenommen werden; denn auch in dem kleinsten Theile des Organismus waltet die Selbstständigkeit der Zelle. Die Wände der Lympfgefäfse müssen daher selbstthätig bei der Aufnahme gedacht werden, so dafs die Lymphe selbst vielleicht als eine Abscheidung derselben anzusehen wäre.

So lange noch die mehr homogene Bildung im Embryo vorherrscht, nehmen andere auf einer indifferenteren Stufe stehende Zellen, mag auch das Blutgefäfssystem den abgeschiedenen Stoff der oben bezeichneten Gewebe mehr unmittelbar als noch brauchbare Substanz wieder aufnehmen; ganz so, wie die Galle ohne Vermittlung der Schleimhaut übergeben wird. Im entwickelten Frosche ist die Ausbildung der einzelnen Gewebe zu different geworden, jede Zelle hat ihren bestimmten Wirkungskreis, die überall Nahrungssubstanz liefernde Blutmasse darf die abgeschiedenen Stoffe nicht wieder ohne allgemeinen Nachtheil direkt aufnehmen; und wie nun die Schleimhaut an dem Pankreas, ebenso erhält das Blut an dem Lymph-Gefäfssystem einen Vermittler, welcher das bezeichnete Sekret für die Aufnahme in das Blutgefäfssystem gleichsam qualifizirt.

Auf diese Weise kann bei einem idiopathischen Leiden des Lymphgefäfssystems in zweifacher Art die Ernährung beeinträchtigt werden: theils dadurch, dafs eine schlecht zubereitete Lymphe in das Blut gelangt (Skropheln), theils aber auch durch das mechanische Hindernifs, welches die nicht aufgesogene Lymphe der Wechselwirkung zwischen den Geweben und den ernährenden Blutgefäfsnetzen entgegenstellt (aufgedunsener Habitus).

Die Lymphe ist also nach unserer Ansicht ein nothwendiges, doch nicht das einzige Ernährungsmaterial des Blutes, da die Schleimhaut den hauptsächlichsten Nahrungsstoff liefert. Sie ist aber in dem gemeinsamen, thierischen Zellen-Organismus, wo alle Theile so innig in einander greifen, eine ebenso wichtige Substanz für die Funktion des Blutes, wie die Galle mit dem Pankreatischen Safte für die assimilirende Schleimhaut. Was die Lymphkörperchen für eine besondere Bedeutung haben, weifs ich nicht; doch ist nach der bis jetzt bekannten Eigenschaft derselben, so wie nach den Ergebnissen aus den thierischen Bildungsvorgängen einsichtlich, dafs die Blutzellen-Entwickelung nicht füglich von ihnen allein abhängig sein kann. Die Entwickelung aller Wirbelthiere, so wie der Froschlarve giebt einen offenbaren Beweis, dafs Blutzellen gebildet, und dafs das Blutleben überhaupt bestehen kann, ohne dafs ein Lymphgefäfssystem existirt.

Wir haben schon früher erwähnt, dafs die eigenthümliche Ansammlung einer lymphartigen Masse unter der Umhüllungshaut der Froschlarve wahrscheinlicherweise damit zusammenhangt, dafs zu dieser Zeit noch keine Lymphgefäfse vorhanden sind, und dafs das Blutgefäfssystem nicht mehr unmittelbar dieses Residuum des Ernährungsprozefses gänzlich aufnimmt. Es kann das lymphartige Fluidum theils zur Unterhaltung der gefäfslosen Umhüllungshaut dienen, theils giebt aber auch dasselbe bei dem Auftreten des Lymphgefäfssystems der Blutmasse Nahrungssubstanz, indem es aufgesogen wird. Dieses erweiset sich um so zweckmäfsiger, als dem Blute, bei dem Mangel an äufseren Nahrungsmitteln, durch einige Zeit die Nahrung von der Schleimhaut her entzogen wird.

Das Darm-System.

Die Metamorphose des Darmsystems ist ebenso auffällig, wie die des Wirbelsystems: aus einem schwimmenden Pflanzenfresser wird ein springender Insekten-Würger. Doch so wie das Centralorgan des animalen Lebens, das Central-Nervensystem, wenig Veränderungen bei der Metamorphose seiner

unterstützenden Systeme gewahr werden läfst. ebenso bleibt das Centralorgan des rein vegetativen Lebens, die Schleimhaut, bei den Verwandlungen des Darmhautsystems wesentlich dieselbe.

In Betreff der Darmform zunächst sehen wir den gleichmäfsigen, in eine Schneckenform aufgewundenen Darmschlauch, welcher fast das Achtfache der ganzen Larvenlänge erreicht. dergestalt sich verkürzen, dafs in dem entwickelten Frosche kaum der sechste Theil der früheren Länge wiederzufinden ist. Die Verkürzung zeigt sich vorzugsweise in der mittleren Abtheilung des Darms, welche dem Dünndarm entspricht. und die sich so eigentlich zu der doppelten Schneckenform herausbildete. Der Dünndarm des entwickelten Thieres behält zuletzt nur eine Länge. welche wenig die ganze Froschlänge übertrifft. und die Dicke hat sich fast auf dem früheren Zustande erhalten. Gleichzeitig verkürzen sich auch die vordere und hintere Abtheilung des Darmschlauchs. Beide erweitern sich jedoch zugleich. und während die vordere Abtheilung zu dem verhältnifsmäfsig fehr grofsen Magen sich entwickelt, wird die hintere zum Dickdarm und Rectum, welches jetzt seine After-Oeffnung in den Bereich des Wirbelsystems gestellt hat. Auch die Kopf-Abtheilung der Darmhaut erweitert sich, nachdem die hintere Partie der Kopf-Visceralhöle durch die Verkümmerung des Kiemensystems Raum zu ihrer Ausdehnung erhalten hat, und richtet sich nach der Veränderung der Mundhöle überhaupt. Diese Metamorphose der äufseren Form der Darmhaut ist auch von Veränderungen sowohl im Drüsen-Apparat als in der muskulösen Hülle begleitet. In der oberen Abtheilung des Bauchdarms verschwinden allmählig die Drüschen. welche den Verdauungs-Saft der Froschlarve absondern. Dagegen werden hier. wie an der ganzen inneren Oberfläche der musculösen Darmhülle. unter dem Mikroskop bei 450facher Vergröfserung kleine Kügelchen sichtbar. Betrachtet man den Rand einer Falte der Darmhaut. so zeigt sich. dafs diese Kügelchen nicht etwa frei hervorragen, sondern dafs sie sich wie in den verkümmernden Muskelzellen befinden, welche von den sich erhaltenden Muskelbündeln getragen werden. Diese Ablagerung von Kügelchen nimmt mit dem Zusammenschrumpfen der Darmlänge fortwährend zu. Sie markiren sich dann als Zellenkerne. es bilden sich kleine Zellen, und so sehen wir um die Zeit. wenn der Darm etwa die Hälfte seiner Länge eingebüfst hat, die ganze innere Fläche der bestehenden. musculösen Darmhülle gleichsam mit einer zusammenhangenden Zellen-Membran überdeckt. Doch ist ein Abtrennen oder Abkratzen derselben mir gegenwärtig durchaus unmöglich gewe-

sen; die muskulöse Darmhülle wurde dabei stets aus ihrem Gefüge gerissen. Auch dieses Phänomen scheint mir zu beweisen, dafs die neu entstandene Zellenlage in den verkümmernden, primitiven Muskelbündeln und aus dem hinschwindenden Drüsen-Apparate sich entwickelt haben. Auf dieser Ausbildungsstufe stellt die Darmhaut daher wieder ein ähnliches, einfaches, doch mit Muskelbündeln versehenes Gebilde dar, wie bei der ersten Anlegung des Darmsystems überhaupt, und repräsentirt das die Wirksamkeit des assimilirenden Centralorganes unterstützende System. Demgemäfs richtet sich dann auch die Individualisation der jetzigen Darmhaut nach der modifizirten Funktion der Schleimhaut.

In der Kopf-Abtheilung verschwindet die schöne, bis dahin pflasterartige Zellenstruktur; es zeigt sich ein mehr fasriges Gewebe, und es entwickeln sich Drüsen. Blutgefäfse verzweigen sich gleichzeitig; und ein Epithelium schützt die freie Fläche.

Die Bauch-Darmhaut sondert sich in Magen, Dünn- und Dickdarm. Die, an der inneren Fläche hervorgebildeten Zellen entwickeln sich im Magen zu einer unzählbaren Menge dichtgedrängt dastehender Drüschen, welche den Verdauungssaft absondern. Soweit der Magen reicht, ebensoweit sind auch sie zu verfolgen; wo er aufhört, häufen sich die Zellen in einem Kreise rund um die innere Fläche der Darmhülle an, um den *Pylorus* zu bilden.

In dem Dünndarm und in dem *Intestinum crassum* sieht man die Zellen vorzugsweise in Querreihen, doch auch in der Längenrichtung, sich stark vermehren. Es erheben sich bald mit blofsen Augen sichtbare Quer- und Längsstreifen, die nach vollendeter Larven-Metamorphose das, anfangs noch nicht sehr entwickelte Faltensystem im Darm des entwickelten Frosches vorstellen. Bei einem alten Frosche ist diese Faltenhaut aufserordentlich komplizirt, so dafs man die einfache Entstehung kaum wieder erkennen möchte. Unter dem Mikroskop bei 450facher Vergröfserung zeigt diese derbe Faltenhaut ein fasriges Ansehen, und die Zellenkerne sind, unerachtet der Durchsichtigkeit des Gewebes, kaum irgendwo zu bemerken. Ueberall aber sieht man deutlich die Vertheilung des Kapillar-Gefäfsnetzes mit den eigenthümlichen, schon früher beschriebenen Blutzellen. Gleich nach der Larven-Metamorphose ist diese Faltenhaut noch schwer von der muskulösen Darmhülle zu trennen; später gelingt es eher, doch immer nur in einzelnen Stücken und niemals ohne Mühe. Leichter läfst sich die Drüsenschicht im Magen zusammenhangend ablösen, doch findet man auch hier, dafs einzelne primitive Muskelbündel,

welche den Drüschen zur Stütze dienen, zugleich mit abgezogen werden. Soweit übrigens der Drüsen-Apparat des Magens sich ausbreitet, fehlt die Falten-Membran gänzlich. Ob auch im Dünndarm und in dem *Intestinum crassum* an der Darmhaut sich Drüschen beim Frosch entwickeln, darüber habe ich keine genaue Kenntnifs. Gröfsere Stellen können sie nicht einnehmen, da nirgend mit der Lupe etwas aufzufinden ist. Bei 450facher Vergröfserung sah ich zuweilen an der, von der Muskelhülle lospräparirten Darmfalte, dafs eine dunklere Zellenmasse, rundlich geformt, die allgemeine Durchsichtigkeit der Membran störte. Sie zeigt sich aber immer in der Gegend, wo die Darmfalte an die Muskulatur anliegt. Daher mögen wohl auch beim Frosche im Dünn- und Dickdarm kleine Drüschen noch vorhanden sein, die jedoch, wie dieses aus unserer früheren Darstellung erhellt, nicht den Darmschleim absondern, sondern auf irgend eine Weise durch ihren Saft den Verdauungsprozefs unterstützen.

Ueber die Drüsenschicht des Magens und über die Falten-Membran im Dünn- und Dickdarm hinweg zieht sich nun die assimilirende Schleimhaut. Sie senkt sich während ihres Verlaufes sowohl zwischen die einzelnen Drüschen als auch zwischen die einzelnen Falten, so dafs sie dadurch einen Raum zur Ausbreitung erhält, welcher trotz der bedeutenden Verkürzung des Bauchdarms dem der Froschlarve nichts Wesentliches nachzugeben braucht. In ihrer elementaren Struktur ist sie gleichfalls kaum etwas verändert. Das Einzige, was ich anführen könnte, wäre eine geringe Verlängerung der Schleimhautzelle, so dafs dadurch die ganze Membran um Weniges an Dicke gewonnen hätte. Die mikroskopische Untersuchung der Schleimhaut-Zellen beim entwickelten Frosch ist leicht und sehr instruktiv, da man ohne alle Vergröfserung und ohne Kunstgriffe die kleinsten Stücke der abgestorbenen Schleimhaut mit der Pincette oder einem anderen passenden Instrumente auf den Objektträger bringen kann. Auch hier ist es nicht schwer, sich dann zu überzeugen, dafs die Schleimhaut nur allein aus den kegel- oder trichterförmigen Zellen bestehe, und dafs weder Gefäfse noch andere Organisationen in ihr vorhanden sind. Die früher der muskulösen Darmhülle zugekehrte Partie der Schleimhaut-Zelle ist jetzt der Falten-Membran zugewendet, und man findet darin, oft sehr auffallend, die assimilirte Substanz in kleinen, den Fetttröpfchen ähnlichen Kügelchen angehäuft.

Dafs auch jetzt noch, wie früher, die Blutzellen aus den Schleimhautzellen die nahrungsfähige Substanz sich aneignen, erhellt daraus, dafs im Wesentlichen die früheren Verhältnisse nicht geändert sind. Es wäre möglich,

dafs auch das Lymphsystem hierbei betheiligt sei, was ich indefs nicht näher zu bestimmen wage. Der sich unterscheidende Inhalt der *Vasa lactea* (Chylus) kann übrigens auch im Einklange mit der angegebenen Thätigkeit des ganzen Lymphsystems dadurch erklärt werden, dafs die Falten- oder Zotten-Membran einen kräftigen Nahrungsstoff von dem Blute erhält und aus diesem Grunde auch eine sich unterscheidende Absonderung an das Lymphsystem übergiebt. Vielleicht ist auch das in Anschlag zu bringen, dafs die Gewebe im Darmsystem in mancher Hinsicht von denen im animalen System abweichen.

Vergleicht man nun die Bauch-Abtheilung des Darmsystems der Froschlarve mit dem des entwickelten Thieres, so liegt der augenscheinlichste Unterschied in der das vegetative Central-Organ unterstützenden Darmhaut.

In der Larve haben wir einen ganz gleichmäfsigen, sehr langen Darmschlauch, an dem der Verdauungs-Drüsen-Apparat nur eine kleine ringförmige Stelle einnimmt, ohne sich besonders zu isoliren. An allen übrigen Theilen bestehen die Wandungen nur aus Muskelgewebe, in welchem sich ein noch weniger verfeinertes Kapillar-Gefäfsnetz verzweigt, um die Nahrungssubstanz aus den Schleimhautzellen aufzunehmen. Die zarten Wasserpflanzen ziehen ohne Aufenthalt hindurch: keine Erweiterung, kein Pförtner und Afterschliefser, keine Falte oder Zotte verhindert das allmählige Fortrücken der mit Verdauungssaft getränkten und zerfallenden Nahrungsmittel. Die einfache, muskulöse Darmhülle dient gleichzeitig zur allgemeinen Form, zur allmähligen Fortbewegung der assimilirbaren Stoffe, zur Ausbreitung für die Schleimhaut, endlich zum Träger des Blutgefäfssystems, welches die assimilirte, nahrungsfähige Substanz aufnimmt und den übrigen Geweben des Organismus mittheilt.

In dem entwickelten Thiere ist die Darmhaut nicht mehr so einfach ausgebildet. Nicht allein, dafs der Verdauungs-Drüsen-Apparat sich bedeutend erweitert und sogar assistirende Drüschen in den übrigen Gegenden des Darmschlauchs erhält, so wird auch die bisher einfache, muskulöse Darmhülle in zwei Theile geschieden, in die Muskel- und in die Falten-Membran. Die Funktionen werden dadurch nicht vermehrt, sondern gleichfalls nur getheilt: die Muskelhaut giebt die allgemeine Form und Haltung des Ganzen, sowie die bewegende Kraft; die nach innen gelegene Faltenhaut übernimmt die Ausbreitung der Schleimhaut und die damit nothwendig verbundene Annäherung des ausgebildeten Kapillar-Gefäfsnetzes. Machte sich aber ferner in der Froschlarve bei einer indifferenteren Lebensweise das Prinzip einer allmähligen, steten Fortbewegung der Nahrungsstoffe durch den langen Darmkanal

geltend, so sehen wir in dem entwickelten Thiere bei der Aufnahme mehr differenter Nahrungsmittel grade die entgegengesetzte Tendenz hervortreten; Alles ist hier auf den Aufenthalt in dem kurzen Darmschlauche berechnet. Hierauf beruht die jetzt eingetretene Abscheidung des Darmschlauches in Magen, Dünn- und Dickdarm; ebendahin tendiren die Ausbildung des Pförtners (der *Valvula Bauhini*) *Sphincter ani*; ja, wenn man das ganze Faltensystem betrachtet, so zeigt sich, dafs dasselbe nicht allein blos zur Ausbreitung der Schleimhaut und zur Gefäfsverzweigung diene, sondern, dafs gleichzeitig lauter Taschen formirt werden, in denen der verdaute Nahrungsstoff sich einsackt und aufgehalten wird.

Es ist einleuchtend, dafs diese Hindernisse, welche die Nahrungsmittel beim Durchgange durch den Darmkanal finden, geeignet sind, eine innigere Wechselwirkung derselben mit dem Darmsystem in der Bauchhöle zu gestatten, wie es bei ihrer differenteren Beschaffenheit nothwendig wird. In der höheren Wirbelthier-Klasse werden die Nahrungsstoffe auch schon in der Mundhöle aufgehalten, um die erste Präparation zur Verdauung und Assimilation zu empfangen. Hier wird denn auch die Zunge zu diesem Zwecke eingerichtet. Bei den Fröschen ist die Spitze der Zunge nach der Schlundöffnung hingewendet, um die gefangenen Insekten sofort nach dem Magen zu drücken.

Indem wir die Metamorphose des Darmsystems beenden, haben wir die Hoffnung, dafs auch bei den jetzigen Veränderungen unsere früher angegebenen Gesetze der Darmbildung sich nur bestätigt und zu einer klareren Auffassung des ganzen Darmsystems beigetragen haben. Wir machen noch schliefslich darauf aufmerksam, dafs die Entwickelungs-Geschichte des Frosches auf eine frappante Weise darlegt, wie die animalische Ernährungsweise mit der höheren Bildungsstufe des Thieres Hand in Hand geht; auch ist nirgend der Unterschied einer, wenn ich so sagen soll, vegetabilischen und animalischen Darmbildung so rein und im Kontraste uns vor Augen geführt, wie grade bei der Metamorphose der Froschlarve zum entwickelten Thiere.

Die Schlufsbildung aller selbstständigen Entwickelungen sind die Generations-Organe. Um die Mitte der Larven-Metamorphose erscheinen, wie H. Rathke und J. Müller gezeigt haben, die Anlagen der Hoden oder Eierstöcke am hinteren Ende der gefingerten Fettkörper. Sie befinden sich hier in der Nähe der Wirbelsäule im Mesenterium, von den schon bestehenden Peritonäalwänden desselben bedeckt. Ihre vollständige Ausbildung geschieht erst nach der Larven-Metamorphose.

II.

Entwickelungsgeschichte des Hühnchens.

Die Bildungsgeschichte des Hühnchens, so wie der höheren Wirbelthiere überhaupt, kann nur dann gehörig verfolgt und gewürdigt werden, wenn man sich mit der einfacheren und leichter zu beobachtenden Entwickelungsweise der niederen Wirbelthiere, und namentlich des Frosches, vertraut gemacht hat. Es treten beim Hühnchen zwar manche Abweichungen auf, doch wenn unser Entwickelungsprinzip bewährt bleiben soll, so dürfen sie alle nur aus den veränderten Umständen sich ergebende Modifikationen derjenigen Gesetze sein, welche in so seltener Einfachheit in dem Entwickelungsleben des Frosches zu erkennen sind: das bisher uns leitende Prinzip wird also auch im höheren Wirbelthier-Reich und beim Hühnchen beibehalten. Nicht die Keimhaut, nicht die Entstehung eines serösen, Gefäfs- und Schleim-Blattes sind die Momente, von welcher wir die Bildung des Hühnchens abhängig machen werden, sondern der Dotter ist's, welcher, als junge Generation der Mutter-Eizelle, zu dem thierischen Embryo sich heranbildet.

Zu den Umständen, welche nach meinem Dafürhalten auf die modifizirte Entwickelungsweise im höheren Wirbelthier-Reich sich besonders geltend machen, gehört zunächst die höhere Bildungsstufe, und dann die Eigenthümlichkeit, dafs daselbst durchgängig die Geburt des Thieres erst zu der Zeit vor sich geht, wenn das Entwickelungsleben als vollendet angesehen werden kann. Die niederen Wirbelthiere werden mehr oder weniger früher geboren, ehe sie die höchste Bildungsstufe erreicht haben. So weit Erfahrungen vorhanden sind, fehlen ihnen im Allgemeinen bei der Geburt die Generations-Organe. Die Anlegung der letzteren ist aber als die Blüthen-Knospe anzusehen, welche auf der möglichst höchsten Bildungsstufe des gemeinschaftlichen, thierischen Zellen-Organismus emporkeimt; das reine Entwickelungsleben hört mit ihr auf, und das geschlechtliche beginnt. Oefters haben die niederen Wirbelthiere noch nicht das Darmsystem entwickelt (so bei den Tritonen, Fröschen, *Cyprinus blicca*); sie leben anfangs in ihrem Medium (Wasser), nur gleichsam sehr einfach animalisch reagirend auf die Aufsenwelt. Sie sind demgemäfs Frühgeburten zu vergleichen, doch mit der Befähigung, unter der Wechselwirkung mit der Aufsenwelt sich zur höchsten Ent-

wickelungsstufe heraufzubilden, welche dann mit der Anlegung der Geschlechts-Organe ihr Ende erreicht. Die ganze Entwickelungsweise der niederen Wirbelthiere ist hierauf berechnet; die zu einem selbstständigen Bestehen des Thieres nothwendigen Systeme und Organe werden ohne Vermittelung (*Membrana intermedia*) sofort schichtweise aus dem Dotter angelegt, und sogleich für ein freies Leben im Wasser und behufs einer vollständigen Ausbildung in demselben entwickelt.

Die höheren Wirbelthiere werden nicht früher geboren, als bis die höchste Entwickelungsstufe ausgebildet ist. Die Generations-Organe sind dann bereits angelegt; das animale, wie das vegetative Leben treten gleichzeitig nach der Geburt in Wirksamkeit. Die höheren Wirbelthiere vollenden demgemäfs sämmtliche Entwickelungs-Metamorphosen bis zu ihrer so hohen Bildungsstufe ohne direkte Wechselwirkung mit der Aufsenwelt, nur in dem Ei und mit Hilfe der Umgebungen des letzteren. Dieses ist der Umstand, welcher neben der höheren Bildungsstufe an sich schon dem Ei der höheren Wirbelthiere eine umfassendere Bedeutung giebt und auch die Entwickelungsweise nach den gegebenen Verhältnissen abändert.

Die Bildungsgeschichte des Hühnchens betrachten wir wiederum in zwei Abschnitten: der erste behandelt den Dotter, der zweite die Entwickelung des Dotters zum Thiere.

ERSTER ABSCHNITT.

Der Dotter des Hühner-Eies.

In der reifen, unbefruchteten Eizelle des Huhns finde ich schon kein Keimbläschen mehr. Innerhalb der durch die Dotterhaut formirten Eizellen-Höle liegt nur der Inhalt, welcher, als junge Generation der Eizelle, für die Entwickelung des gemeinschaftlichen, thierischen Zellen-Organismus bestimmt ist. Diesen Inhalt nenne ich in seinem ganzen Umfange den Dotter; denn er hat für die Entwickelung des Hühnchens wesentlich dieselbe Bedeutung, wie bei den niederen Wirbelthieren, obschon die innere Einrichtung aus oben angeführten Gründen verschieden sein kann und sein mufs. Die abweichende Einrichtung des Dotters, wie sie wegen des eigenthümlichen Entwickelungslebens des Hühnchens nothwendig wird, wollen wir vorläufig auf

die Sonderung der Elementar-Formen (Zellen) desselben in drei Abtheilungen zurückbringen, von denen jede einen besonders ihm angewiesenen Raum in der Eizellen-Höle einnimmt und auch eine eigenthümliche Wirksamkeit bei der Ausbildung des Embryvo offenbart.

Schwann, welcher die Keim-Anlage noch von dem Dotter trennt, scheidet die Elementartheile des letzteren in zwei Abtheilungen. Nach meinen Untersuchungen kann die Keim-Anlage durchaus nicht von dem übrigen Dotter getrennt werden, und wir fügen sie daher vorläufig als dritte Abtheilungen hinzu. Später wird sich erweisen, dafs die erste und zweite Abtheilung, mehr zusammengehörend, der dritten entgegengestellt werden können.

Die elementaren Formen des Dotters zerfallen demnach 1) in die der Keim-Anlage, 2) in die der Dotterhöle und 3) in die der Dotter-Substanz oder, wie Schwann sich ausdrückt, in die der eigentlichen Dotter-Substanz, welcher Zusatz unsere Betrachtungsweise des Dotters leicht verwirren könnte, und daher von uns nicht gebraucht wird.

Die Keim-Anlage.

Ueber dem sogenannten Keimhügel oder dem Panderschen Kern des Hahnentritts befindet sich die Keim-Anlage, die Narbe, *cicatricula*, *macula*, von Einigen auch die Keimhaut genannt. In dem reifen unbefruchteten Hühnerei läfst sich die Keim-Anlage nicht vollständig von dem Kern des Hahnentritts isoliren. Unter dem Mykroskop bei 450facher Vergröfserung betrachtet, besteht sie aus lauter undurchsichtigen Kugeln von der verschiedensten Gröfse, die aber alle aus kleinen Kügelchen vollständig zusammengesetzt erscheinen. Die kleinsten, so wie auch mehrere von den gröfseren Kugeln sind einförmig, undurchsichtig und dunkel, andere wiederum lassen drei bis vier beinahe abgerundete Schattirungen erkennen, welche die gleichmäfsige Dunkelheit in genannter Weise unterbrechen. Beim Zerquetschen werden die kleinen Kügelchen frei, sind nur wenig in der Gröfse von einander abweichend und haben das Ansehen kleiner Fettkügelchen. Aufser ihnen zeigen sich auch ganz kleine Körnchen mit Molekular-Bewegung und einzelne gröfsere Kügelchen (Zellenkerne), welche aber niemals völlig frei, sondern mit anklebenden, kleinen Kügelchen gröfstentheils umgeben sich darstellen. Diese Kugeln liegen gegenwärtig ohne alle Ordnung nebeneinander; höchst selten bemerkt man einzelne, die sich durch Druck gegenseitig abplatten; daher kann hier von einer Haut oder Membran nicht die Rede sein. (Tab. I. Fig. 15.)

Die Frage, ob die beschriebenen Kugeln, Zellen sind, ist von Schwann bereits bejaht worden. Eine Zellen-Membran und ein Zellen-Kern ist unter den vorhandenen Umständen nicht zu unterscheiden. Nur zuweilen kann man, was auch Schwann anführt, an Stellen, wo die kleinen Kügelchen nicht vollkommen die Zellenhöle ausfüllen, eine doppelte Kontur bemerken, was auf eine Zellen-Membran hindeutet. Dafs diese Kugeln aber wirklich Zellen sind, beweisen die, nach der Befruchtung und während des Bebrütens, sichtbar werdende Zellen-Membran und auch der hervortretende Zellen-Kern in den aus der Keim-Anlage sich entwickelnden Embryo-Gebilden. Uebrigens dürfte auch schon aus der gegenwärtigen Beschaffenheit dieser Kugeln die Zellen-Natur kaum verkannt werden, wenn man besonders erwägt, wie die Zellen-Membran und der Kern bei vollständiger Anfüllung der Zellenhöle stets unserer Beobachtung entzogen werden. Indem ich unterlasse hierauf näher einzugehen, nehme ich dagegen Gelegenheit auf die merkwürdige Uebereinstimmung der Zellen in der Keim-Anlage des Hühnchens mit denen in dem Dotter des Froscheichens aufmerksam zu machen. Wir werden dadurch zugleich eine Aufklärung über das Verhältnifs der verschiedenen Zellen in der Keim-Anlage zu einander erlangen, was bei der Kleinheit und der geringen Konsistenz der letzteren durch unmittelbare Beobachtung schwer zu ermitteln sein möchte.

Sieht man von der verschiedenen Gröfse der kleinsten Zellen und namentlich der kleinen Kügelchen in der Zellenhöle (beim Frosche sind beide gröfser) ab, so ist im Uebrigen die gleiche Beschaffenheit der Zellen in der Keim-Anlage des Hühnchens mit der im Dotter des Frosches gar nicht zu verkennen. Wir sehen in der Keim-Anlage zunächst grofse Zellen, mit kugligem Inhalte und ganz einförmig undurchsichtig; sie entsprechen den Zellen in der Mitte des Dotters beim Frosch, welche in Bezug auf die, für den Embryo sich neu bildende Generation die am wenigsten entwickelten sind. Wir haben ferner gröfsere Zellen, in denen durch abgerundete, dunklere Flecke die Entstehung junger, für die Anlage des Embryo bestimmter Zellen angedeutet ist; sie sind der, in der Peripherie und in der Nähe des Keimhügels vorzufindenden Zellen im Dotter des Frosches zu vergleichen. Es bleiben nun noch die kleinsten Zellen übrig, welche für den unmittelbaren Uebergang in die Anlagen des Embryo bestimmt sind, und beim Frosch in dem Keimhügel und später in der Rinde um den Dotter zur Dispositon der entstehenden Gebilde gestellt waren. Die Keim-Anlage im Dotter des Hühnchens entspricht also in Rücksicht auf die Ausbildung ihrer Zellen dem gan-

zen Dotter des Frosches. Was aber ihre Bedeutung betrifft, so wird sich während der Entwickelung zeigen, dafs sie von dem Panderschen Kern des Hahnentritts nicht zu trennen und mit letzterem dem Theile des Dotters der Frösche zu vergleichen ist, welche ich den Keimhügel nenne: die Keim-Anlage liefert die, für die erste Entwickelung prädisponirte Zellen und dient zugleich als Lager-Stätte für die ersten Anlagen des Embryo.

Die Zellen der Dotter-Höle.

Sie finden sich in der Dotterhöle, in dem von ihr zur Keim-Anlage gehenden Kanale, und in dem, von Pander genannten Kern des Hahnentritts, den man später zum Keimhügel erhob. Auch werden sie noch in einem weiteren Umkreise ringsum die Keim-Anlage dicht unter der Dotterhaut angetroffen. Ob sie auf letztere Weise die ganze Dotterkugel unter der Dotterhaut einschliefsen, bin ich aufser Stande mit Bestimmtheit anzugeben, obschon die spätere Entwickelung dafür spricht.

Die Zellen der Dotterhöle (Tab. I. Fig. 10.) sind vollkommen runde Kugeln mit glatten Rändern und von sehr verschiedener Gröfse. In ihrem Innern markirt sich, wenn noch keine weitere Entwickelung eingetreten ist, eine kleinere, runde Kugel, die sich durch ihre scharfe Konturen auszeichnet, und wie eine Fettkugel aussieht. Die Kontur jener ersten Kugel wird von der Zellen-Membran, die der kleineren durch den Kern gebildet. Der übrige Raum der grofsen Kugel ist ganz durchsichtig. Zerquetscht man jedoch die Zellen-Membran, die nur zu leicht von selbst zerreifst, so fällt der Kern heraus, kann durch Druck von der Peripherie aus gespalten werden, und der bisher gar nicht zu unterscheidende Inhalt der Zellenhöle zieht sich in einen Tropfen zusammen, der einem Fetttropfen sehr ähnlich sieht. In Bezug auf ihre Gröfse ist zu bemerken, dafs die Zellen der Dotterhöle mehr klein und gleichmäfsig in dem Kanale und in dem Kerne des Hahnentritts aufzufinden sind, in der Dotterhöle selbst mehr variiren und bisweilen eine Gröfse erreichen, welche nur wenig den Kugeln der Dottersubstanz nachgiebt. Wenn Viele von ihnen ohne Vermischung mit anderen Theilen des Dotters zusammenliegen, so erscheint die Masse weifslich, was vorzugsweise in dem Kern des Hahnentritts der Fall ist.

Ueber die Zellen-Natur dieser Dotterkugeln kann kein Zweifel obwalten, zumal wenn man das thätige Leben innerhalb der Zellenhöle schon gegenwärtig und besonders während der Entwickelung des Embryo einer nähe-

ren Untersuchung unterwirft. Sämmtliche Veränderungen in den Zellen der Dotterhöle, die für die Bildungsgeschichte des Hühnchens von der wichtigsten Bedeutung werden, lassen sich füglich unter vier Abtheilungen bringen.

1) Zellen der Dotterhöle, welche durch ihre Metamorphose denen in der Keim-Anlage sehr ähnlich werden. Sie entstehen auf die Weise, dafs sich um den Kern ein Niederschlag von kleinkugligem Ansehen bildet, welcher allmählig die ganze Zellenhöle ausfüllt. Zuweilen scheint ein Minimum von Intercellular-Substanz zwischen den einzelnen Kügelchen vorhanden zu sein, die gleich einem Kitt die Masse zusammenhält. Wir erhalten so eine Zelle, deren Inhalt fast aus lauter kleinen Kügelchen von ziemlich ein und derselben Gröfse besteht, an welcher Zellenmembran und Zellenkern nicht mehr zu unterscheiden sind, und die in ihrem Ansehen den kleinsten Zellen der Keim-Anlage gleichen. (Tab. I. Fig. 11. b.) Als Unterschied kann ich nur anführen, dafs sie sich unter dem Mikroskop mehr durchscheinend und nicht so intensiv dunkel darstellen, wie wir dieses an den Zellen der Keim-Anlage bemerken; auch möchten die Kügelchen des Inhaltes um ein Weniges bei ersteren gröfser sein.

Wenn die Metamorphose dieser Gattung von Zellen der Dotterhöle beginnt, so zeigt sich der kuglige Niederschlag zuerst an einer kleineren Stelle der Peripherie des Kerns, und nimmt dann bald die Hälfte der freien Fläche desselben ein. (Tab. I. Fig. 11.) Dabei scheint der Kern etwas kleiner zu werden, und verliert namentlich ganz augenscheinlich sein, dem Fetttropfen ähnliches Ansehen und die so markirte Kontur; er wird ebenso durchsichtig wie der freie Theil der Zellenhöle. Wer den Vorgang nicht gleich zu Anfange des Entstehens beobachtet, würde im gegenwärtigen Zustande an der Existenz des Kernes zweifeln. Man glaubt ein ganz durchsichtiges, einfaches Bläschen vor sich zu haben, in dessen ungefährer Mitte der etwas undurchsichtige kuglige Niederschlag sich befindet. Beim Zerplatzen der Zelle bleibt indessen der Kern mit den anklebenden Kügelchen zurück.

Die beschriebenen Veränderungen treffen wir vorzugsweise in den Zellen der Dotterhöle von mittlerer Gröfse, sowohl in der Dotterhöle, als in dem Kanale und auch im Umkreise der Keim-Anlage.

In dem von Pander genannten Kern des Hahnentritts, wo, wie wir erwähnten, im Allgemeinen die mehr kleineren Formen unter den Zellen der Dotterhöle vorzufinden sind, zeigen sich die genannten Veränderungen nur um ein Weniges dadurch modifizirt, dafs der Niederschlag feinkugliger ist. Auf diese Weise gewinnt die Zelle der Dotterhöle ein solches Ansehen, dafs

sie nicht mehr von den kleinsten Zellen der Keim-Anlage zu unterscheiden ist. (Tab. I. Fig. 11. u. 15.)

2) Zellen der Dotterhöle, auf deren Kern sich nicht eine kuglige, sondern bei 450facher Vergröfserung feinkörnig sich darstellende Masse niederschlägt. (Tab. I. Fig. 12.) Wenn der Niederschlag in diesen Zellen beginnt, so erscheint der Kern gelblich und gleichsam granulirt. Wegen der Feinheit des Niederschlages ist es gegenwärtig nicht möglich, zu entscheiden, ob der Kern selbst sich in beschriebener Weise verändert hat, oder ob dieses Ansehen durch die niedergeschlagene, feinkörnige Masse bewirkt werde. Ist die Zellenhöle noch nicht vollständig gefüllt, so läfst sich in diesen Zellen zuweilen die Kontur des Zellenkernes erkennen. Aber auch die Umgrenzung der niedergeschlagenen Masse ist wegen der Feinheit der Körnchen so gleichmäfsig, dafs man in Zellen, wo der Kern sich nicht markirt, in Versuchung geräth, die ganze Füllung für den Kern zu halten. Die vollkommen angefüllte Zelle sieht gelblich aus, mit schwarzen Punkten untermischt, fast wie granulirt. Daher kleine Zellen, bei welchen sich die Kontur des Kernes nicht markirt, sehr leicht für blofse Kerne angesehen werden können.

Diese Metamorphose der Zellen ist vor der Entwickelung des Hühnchens nur selten anzutreffen.

3) Zellen der Dotterhöle, deren Veränderungen innerhalb der Zellenhöle nicht an den Kern gebunden, sondern mehr frei in der Zellenhöle vor sich zu gehen scheinen.

Es zeigen sich hier in der Zellenhöle Kugeln von verschiedener Gröfse, oft ebenso grofs als der Kern, und andere wieder kleiner, doch gemeinhin nicht so klein, wie der kuglige Inhalt in den früher beschriebenen Zellen. Sie schweben gleichsam frei in der Höle, ohne dafs man jedoch eine Lokal-Veränderung bemerkt; denn sie stützen sich entweder an den Kern oder an die Zellen-Membran. (Tab. I. Fig. 13.) Sie gleichen ihrem Ansehen nach einem Fetttropfen, daher man gewöhnlich nicht weifs, was Kern und was Inhaltskugel vorstellt. Diese Kugelbildung nimmt nun, besonders späterhin während der Entwickelung des Hühnchens, auffallend zu, und wir finden dann, vorzüglich in der Dotterhöle, die Zellen ganz von solchen Kugeln angefüllt. (Tab. I. Fig. 13 b.) Das allgemeine Aussehen hat jetzt Aehnlichkeit mit jenen Zellen, in denen sich die kuglige Masse auf den Kern niederschlägt, jedoch ist der Unterschied durch die Gröfse, durch die markirte Kontur und durch das, den Zellenkernen ähnliche Ansehen der Kugeln gegeben. Noch will ich

bemerken, dafs ich an diesen, den Kernkugeln so ähnlichen Inhaltskügelchen öfters noch eine zweite, weniger markirte Kontur wahrzunehmen glaubte, wie wenn eine Zellen-Membran sich an ihnen hervorgebildet hätte. Es ist hier Täuschung sehr leicht möglich, und es ist mir nicht gelungen, eine solche gefüllte Zelle der Dotterhöle in der Art zu zerstören, dafs ich mich von der wirklichen Anwesenheit einer Zellen-Membran um die freigewordenen Kügelchen überzeugen konnte. Wie leicht dürfte nicht aber auch eben durch den Druck gleichzeitig die junge Zellen-Membran zerstört sein!

4) Ein Analogon zu diesen mehr unabhängig vom Kern sich entwikkelnden Zellen, und in gewisser Art korrespondirend mit jenen Zellen der Dotterhöle, in welchen eine feinkörnige Masse auf den Kern sich niederschlägt, zeigt sich später in der Dotterschicht, welche in der *Area vasculosa* sich anlagert. (Tab. I. Fig. 14.) Hier bilden sich nämlich feine Körnchen mit lebhafter Molekular-Bewegung, welche allmählig sich vermehrend die Zellenhöle ganz ausfüllen. Vor der Entwickelung des Embryo habe ich solche Zellen im Dotter nicht angetroffen. Es findet sich zwar, wenn die Zellen der Keim-Anlage und auch der Dotterhöle im gefüllten Zustande zerquetscht werden, dafs einzelne Kügelchen und auch Körnchen Molekular-Bewegung haben. Doch im unversehrten Zustande der Zellen ist davon nichts innerhalb wahrzunehmen.

Das thätige Leben in den Zellen der Dotterhöle ist besonders auffällig während der Entwickelung des Embryo, worauf wir schon öfter hingewiesen haben. Daher denn die ersten Untersuchungen besser in dieser Zeit unternommen werden, da sie überdiefs an sich schon mit sehr grofsen Schwierigkeiten verbunden sind.

Die Dotter-Substanz.

Die Kugeln der Dottersubstanz sind im Allgemeinen gröfser als die der Dotterhöle, und von gelblicher Färbung; sie haben einen körnigen Inhalt, zuweilen untermischt mit kleinen Kügelchen, welche beim Druck wie durch einen Spalt langsam hervortreten, und dann in ihrem freien Zustande lebhafte Molekularbewegung zeigen. (Tab. I. Fig. 9.) Eine Kernkugel ist weder sichtbar, noch beim Zerquetschen herauszudrücken. Sie nehmen den gröfsten Raum in der Eizellen-Höle ein, und begrenzen überall die Zellen der Dotter-Höle.

Schwann hält die Zellennatur dieser Kugeln noch für problematisch, obschon die Wahrscheinlichkeit durch wichtige Gründe von ihm erwiesen wird. Durch eine genaue Genesis dürfte dieses Problem am sichersten gelöset werden. Dennoch scheinen mir die vorhandenen Eigenschaften dieser Kugeln so beweiskräftig, dafs meiner Ansicht nach die Zellennatur nicht zu bezweifeln ist.

Eine, die Körnchen und Kügelchen umschliefsende Membran läfst sich nicht ablengnen. Sie ist zwar durch das Zerquetschen der Kugel nicht freizulegen und theilt diese Eigenthümlichkeit mit allen Zellen-Membranen der übrigen, unzweifelhaften Zellen des Dotters; denn sie zerreifst überall, ohne membranartige Spuren zu hinterlassen. Alle Umstände dagegen, welche an den anderen, mit Inhalt vollgefüllten Zellen des Dotters die Anwesenheit der Zellen-Membran erweisen, sind auch hier vorhanden. Wir haben eine, gegen die äufseren Einflüsse sehr empfindliche Kugel, welche dennoch innerhalb der Eizellen-Höle bei dem gegenseitigen Druck sich nur abplattet und nicht verfliefst. Es tritt ferner bei dem Zerquetschen unter dem Kompressorium an einer Stelle derselben, der Spalt-Oeffnung, ganz allmählig der mit lebhafter Molekular-Bewegung im Freien behaftete Inhalt hervor. Endlich ist nicht zu übersehen, wie bei der Ansicht auf die Oberfläche dieser Kugel der Inhalt ganz deutlich wie durch einen Flor verdeckt erscheint. Daher gewähren die Körnchen und Kügelchen im freien Zustande, wenn sie auch dicht und in Masse beisammen liegen, eine deutliche und markirte Uebersicht. Man erkennt die Umrisse selbst an den kleinsten Körnchen, und dieses dürfte keinen Eintrag erleiden, wenn man sich die Kügelchen und Körnchen dicht in eine grofse Kugel zusammengepreſst dächte. So ist es aber nicht der Fall; vielmehr sieht man sie undeutlich, ganz wie unter einer durchscheinenden Membran hindurchschimmernd, und die ganze Kugel erhält dadurch, je nachdem der Inhalt mehr aus Körnchen oder aus Kügelchen besteht, ein gleichmäfsiges, bald mehr feines, bald etwas gröberes, gleichsam marmorirtes Ansehen.

Diese angeführten Momente können die Zweifel über die Anwesenheit einer geschlossenen Membran der Kugeln in der Dottersubstanz wohl beseitigen. Wollte man nun auf die sonst so sehr entscheidende Molekularbewegung des frei werdenden Inhalts dieser geschlossenen Membran auch kein Gewicht legen, so geht das selbstständige Leben dieser Kugel theils aus der von Schwann beschriebenen Entstehung und dem Wachsthume hervor, theils markirt es sich auch gegenwärtig dadurch, dafs der Inhalt sich verändert, und dafs öfters die feinen Körnchen zu Kügelchen sich heranbilden. Ein Körper

aber, welcher von einer geschlossenen Membran formirt und mit thätigem Leben behaftet ist, deutet jedes Mal, wenn auch der Kern nicht sichtbar ist, auf die Natur der Zelle hin. Gegenwärtig scheint der Kern zu fehlen. Ist dieses wirklich der Fall, was mit Bestimmtheit schwer zu entscheiden wäre, so geht daraus nur hervor, dafs die Zelle durch den Verlust ihres Kernes ihre Individualität aufgebe, um entweder in der Erzeugung neuer Generation fortzuleben oder, in ihrem jetzigen Zustande verharrend, dem gemeinschaftlichen Zellenleben im Dotter irgendwie zu dienen. Solche kernverlustige Zellen mit der letzteren Eigenschaft treffen wir ja bei den Thieren und Pflanzen nicht selten an.

Die Entwickelung einer jungen Generation habe ich, so weit meine jetzigen Untersuchungen reichen, in den Zellen der Dottersubstanz nicht beobachtet. Sie nehmen während der Bildung des Embryo allmählig an Zahl ab, und verändern auch ihre innere Beschaffenheit. Es erscheinen dann im Dotter Kugeln, die in ihrem allgemeinen Ansehen, sowie beim Zerquetschen mehr kernlosen Fettzellen gleichen. Doch noch kurz vor dem Auskriechen des Hühnchens sind unversehrte Zellen der Dottersubstanz im Dotter vorzufinden.

Während alle übrigen Zellen des Dotters thätig in das Entwickelungsleben des Embryo eingreifen und durch Produktion junger Zellen ihr selbstständiges Fortleben offenbaren: so sind es dagegen die Zellen der Dottersubstanz, welche sich nirgend an den Gebilden des Embryo nachweisen lassen, und deren Inhalt, wenn wir von der unbedeutenden Vergröfserung und dem späteren wahrscheinlichen Verschwinden der einzelnen Körnchen und Kügelchen absehen, keine weitere selbstständige Thätigkeit bekundet. Fügen wir nun hinzu, dafs nach Valentin im Dotter der Säugethiere die Zellen der Dottersubstanz fehlen, dafs hier dagegen für die Unterhaltung und Vollendung des Entwickelungslebens der Frucht durch die Wechselwirkung zwischen *Placenta* und Mutter gesorgt ist, so darf man, dem ganzen angegebenen Verhalten gemäfs, jetzt schon die Vermuthung aussprechen, dafs die Zellen der Dottersubstanz gleichfalls eine ähnliche Bedeutung für die letzte Entwickelungsperiode des Embryo der eierlegenden, höheren Wirbelthiere haben. Eine, direkt die Ausbildung des Embryo gleich anfangs unterstützende Funktion kann ich nicht nachweisen. Doch dafür spricht jetzt, wie späterhin, Vieles, dafs auf Kosten ihres Inhaltes die, für das Entwickelungsleben des Embryo so wichtige Thätigkeit in den Zellen der Dotterhöle unterhalten werde. In diesem Falle würden dann die Zellen der Dottersubstanz ohne weitere Produkt

tionsfähigkeit dem allgemeinen Dotterleben in ähnlicher Weise dienen, wie viele kernlose Zellen den Lebensäufserungen in den zusammengesetzten Organismen des Thier- und Pflanzenreichs.

Die Intercellular-Substanz und die Fettzellen des Dotters.

Zwischen den einzelnen Zellen des Dotters befindet sich eine geringe Quantität freier oder in Tropfen angesammelter, fettähnlicher Masse. Das freie fettähnliche Fluidum markirt sich besonders unter dem Mikroskop dadurch, dafs dasselbe an den Berührungsflächen der Zellen in kleinen Tröpfchen zusammengepreſst wird. Diese Tröpfchen sehen dann den, in den Zellen der Dotterhöle sich entwickelnden Kügelchen sehr ähnlich aus, und es ist daher oft Vorsicht nothwendig, damit man nicht diese Tropfen zwischen den Berührungsflächen der einzelnen Zellen, innerhalb der Höle der letzteren gelagert, sich vorstelle. Die gröfseren Tropfen sind durchsichtig und haben gemeinhin das Eigenthümliche, unter dem Kompressorium leicht ineinander zu fliefsen.

Zuweilen jedoch vertragen sie einen ziemlich kräftigen Druck, und zerplatzen dann plötzlich in kleinere, oft ganz unregelmäfsige Theile. Hier kommt man in Versuchung, an eine Zellenmembran zu denken, und dieses um so mehr, als man öfters die Kernkugel in den Zellen der Dotterhöle so wenig markirt beobachtet, dafs eine solche Zelle kaum von dieser Fettkugel unterschieden werden kann. Es wurde mir dadurch die Ueberzeugung, dafs die Zellen der Dotterhöle unter Umständen durch eine rückgängige Metamorphose in wirkliche Fettzellen verwandelt werden könnten, an welchen der Kern ganz verschwunden ist.

Diese rückgängige Metamorphose, welche nur zuweilen in den Zellen der Dotterhöle vorkommt, scheint das Loos aller Zellen der Dottersubstanz zu sein, so dafs die letzteren zum Theil in die Kategorie der Fettzellen gestellt werden können.

Um sich davon zu überzeugen, mufs man den Dotter um die letzte Zeit der Entwickelung des Hühnchens untersuchen, wann dieselbe, wie bekannt, eine dicklichere Konsistenz angenommen hat. Man findet dann schon selten die Zellen der Dotterhöle; der ganze Dotter besteht fast nur aus den Zellen der Dottersubstanz. Diese haben nun zum gröfsten Theile eine andere Beschaffenheit als zu Anfange der Entwickelung. Sie zeigen eine hellere, fast weifsliche Färbung, und von den Körnchen und Kügelchen ist oft gar nichts, oft nur wenig zu bemerken. (Tab. I. Fig. 9 b.) Im letzteren Falle liegen

derselben in einer fettähnlichen, zähen Substanz wie eingestreut und von letzterer zusammenhalten. Zerreifst jetzt die Zellen-Membran, so fällt nicht der Inhalt auseinander oder tritt etwa durch einen Spalt langsam hervor, sondern verbleibt in seiner früheren Kugelform vermöge der Zähigkeit, der die einzelnen zerstreuten Körnchen zusammenhaltenden Masse. Nimmt nun eine andere Zelle beim Vorbeifliefsen eine Partie von dieser Kugel hinweg, so zieht sich der Rest wieder in eine kleinere Kugel zusammen. In mehreren Zellen der Dottersubstanz fehlen die Körnchen, wie schon bemerkt, fast gänzlich, und an ihrer Stelle nimmt die zähe, fettähnliche Substanz die Zellenhöle ein. Schüttelt man eine solche Dottermasse auf einer Glasplatte, und betrachtet sie unter dem Mikroskop, so sieht man oft merkwürdige Gestalt-Veränderungen. Viele Kugeln sind ganz in die Länge gezogen, andere haben Nebenäste und Schwänze, und während der Ruhe ziehen sie sich zuweilen wieder in die Kugelform zusammen. Wir haben dann übrigens nur den zähen kugligen Inhalt vor uns; denn die Zellen-Membran verträgt solche rauhe Behandlung nicht, ohne zu zerreifsen. Diejenigen Zellen, deren Inhalt noch nicht verändert ist, verhalten sich ganz, wie früher angegeben wurde.

Man kann bei dieser Untersuchung auch Gelegenheit nehmen, das verschiedene Ansehen derjenigen Kugeln, welche ohne Zellen-Membran die, in der zähen Masse noch zahlreich eingestreuten Körnchen und Kügelchen frei zur Anschauung bringen, von jenen zu beobachten, deren körniger Inhalt durch eine Zellen-Membran verdeckt wird. Dort sieht man deutlich die Umrisse der einzelnen Kügelchen, hier, wie schon früher bemerkt wurde, undeutlich, und ohne dafs sich die Konturen verfolgen lassen.

Die aus den Zellen der Dottersubstanz entstandenen Fettzellen unterscheiden sich von jenen, aus den Zellen der Dotterhöle hervorgehenden dadurch, dafs sie niemals durchsichtig, sondern nur durchscheinend sind, und dafs der Fett-Inhalt sich durch seine zähe und dickflüssige Beschaffenheit auszeichnet.

Schwann erwähnt, dafs er an gekochten Eiern in der Nähe der Dotterhöle Kügelchen vorgefunden habe, welche er für freie Kerne zwischen den Dotterzellen zu halten geneigt ist. Durch eine geraume Zeit habe ich mich täglich mehrere Stunden allein nur mit der Untersuchung des Dotters reifer Hühnereier beschäftigt, und bin nur höchst selten so glücklich gewesen, eine kleine Partie des Dotters aus der Dotterhöle, dem Kanale und aus der nächsten Umgegend unter das Miskroskop zu bringen, ohne freien Kügelchen,

nicht selten auch Körnchen mit Molekularbewegung zu begegnen. Die Kügelchen gleichen aber vollkommen den Kernkugeln oder den Inhalts-Kügelchen, welche durch Zerstörung der Zellen der Dotterhöle frei werden. Da nun jede noch so vorsichtige Manipulation bei der Untersuchung des Dotters unter dem Mikroskop hinlänglich geeignet ist, die zarte Zellen-Membran zu zerstören, so habe ich keine feste Basis, auf die ich die Annahme freier Kügelchen, welche etwa freien Kernen entsprächen, stützen kann.

Ueber das genetische Verhalten des Dotters.

Wir haben die Elementartheile des Dotters in drei Partieen geschieden, in die Zellen der Keim-Anlage, in die der Dotterhöle und in die der Dottersubstanz. Wie sich diese Zellen bei der Entstehung des Eies entwickeln, darüber habe ich noch keine eigne Beobachtung. Schwann hat uns in seinem schätzbaren Werke auch über diesen Gegenstand vieles Wichtige mitgetheilt. In Eichen von 1 bis 2 Linien Durchmesser finden sich nur die Zellen der Dotterhöle in weniger entwickeltem Zustande. Sie sind umgeben von einer membranartigen Schicht, welche äufserlich aus körnigen Zellen mit deutlichen Kern und Kernkörperchen, nach innen aus kleinen Körnchen, den Kernen der Dotterzellen ähnlich, besteht. Von letzteren vermuthet Schwann die Entstehung der Zellen der Dotterhöle. Von den Zellen der Keim-Anlage erwähnt der Verfasser hier Nichts. In Eiern von einem halben Zoll Durchmesser finden sich schon alle wesentlichen Bestandtheile des reifen Dotters. Und zwar haben sich die Zellen der Dottersubstanz zu den Seiten der Keim-Anlage zwischen der membranartigen Schicht und den Zellen der Dotterhöle entwikkelt, so dafs dadurch der Kanal von der Dotterhöle zur Keim-Anlage gebildet wird. Auch hier vermisse ich eine nähere Angabe über die Entstehung der Keim-Anlage selbst und namentlich des Verhaltens der Zellen der Dotterhöle zu denselben.

Wenn es erlaubt ist hierüber aus den beschriebenen Eigenschaften der Zellen der Dotterhöle in reifen Eiern eine Vermuthung zu hegen, so möchte ich sie folgender Maafsen aussprechen. Der Kern des Hahnentritts, welcher nur als die oberste Schicht von angehäuften Zellen der Dotterhöle im Kanale anzusehen ist, läfst sich jetzt und zu Anfange der Entwickelung des Hühnchens nicht von der Keim-Anlage trennen. In ihm beobachten wir Zellen der Dotterhöle, welche durch den kugligen Niederschlag auf den Kern allmählig so angefüllt werden, dafs sie ganz den kleinsten Zellen in der Keim-Anlage

gleichen. Ist die erste Anlage des Embryo gebildet, so wird der Kern des Hahnentritts frei und verschwindet nun bald, wenn der Embryo sich räumlich mehr über andere Theile des Dotters ausbreitet, und sich nicht mehr über den Kanal der Dotterhöle zu halten braucht. Es bilden sich auch in anderen Gegenden solche, den kleinsten Zellen der Keim-Anlage gleichende Zellen der Dotterhöle aus, und vor dem Auftreten des Blutlebens wird die weitere Entwickelung des Embryo überall, später noch längere Zeit an einzelnen Gebilden auf diese Weise unterhalten.

Hieraus folgere ich nun, dafs die Zellen der Keim-Anlage, obschon wir sie gesondert beschrieben, nichts Wesentliches vor den übrigen Zellen der Dotterhöle voraus haben, dafs sie vielmehr nur die zuerst an das Keimbläschen sich anlagernde Partie der Zellen der Dotterhöle vorstellen, welche sich nun bald in der früher beschriebenen Weise durch kugligen Niederschlag auf den Kern ausbilden, auch junge Generation entwickeln, um dann sogleich bei der ersten Anlegung des Thieres als disponible Zellenschicht der Dotterhöle und als Lagerungs-Stätte der Anlagen dazustehen. Sie erhalten dann zuerst den nothwendigen Zuwachs von den anstofsenden Zellen der Dotterhöle im Kanale, welche sich in dem Kern des Hahnentritts angehäuft haben. So wie aber die Anlagen des Embryo sich über die Peripherie des Kanales weiter ausdehnen, wird der Kern des Hahnentritts überflüfsig, verschwindet, und aus anderen Gegenden empfangen die Gebilde des Embryo ihre Stütze und den nöthigen Unterhalt.

Daher hat denn die Keim-Anlage mit dem Kern des Hahnentritts im Dotter des Hühnereies dieselbe Bedeutung wie die Partie der Dotterzellen, welche ich im Dotter des Frosches den Keimhügel nenne. Der Name Keim-Anlage für die Narbe, und Keimhügel für den Kern des Hahnentritts sind nach der vorausgeschickten Auseinandersetzung, sowie nach dem Prinzipe, welches wir bei der Darstellung der Entwickelung des Embryo befolgen, wenigstens nicht mehr in den früheren Begriffen haltbar. Die Narbe ist von dem Kern des Hahnentritts, so lange letzterer noch eine besondere Bedeutung bei der Entwickelung des Embryo hat, nicht wesentlich zu trennen, und beide sind wiederum nach der wahrscheinlichen Genesis, sowie in ihrer allgemeinen Beziehung zum Embryo auf die übrigen Zellen der Dotterhöle zurückzubringen. Aus diesem Grunde ist die schon von Schwann gemachte Eintheilung des Dotters in zwei Theile, in die Zellen der Dotterhöle und in die der Dotter-Substanz, am entsprechendsten. Nur mufs man die Zellen der

Keim-Anlage, welche Schwann ganz von dem Dotter trennt, vielmehr zu den Zellen der Dotterhöle rechnen, indem sie nur die, für die erste Entwickelung des Hühnchens disponibel gehaltene Schicht derselben vorstellen. Wir haben, um die Keim-Anlage in der Bedeutung als Keimhügel hervorzuheben, und aus Rücksicht darauf, dafs sich, was nicht auffällig ist, so früh schon Mutterzellen in ihr entwickeln, drei Abtheilungen des Dotters aufgeführt.

Ueber die Erzeugung junger Generation in den freien Zellen des Dotters während der Entwickelung des Embryo habe ich keine bestimmte Beobachtung; bei den Zellen der Dottersubstanz bin ich sogar durch kein Anzeichen darauf geführt worden. Von den Zellen der Dotterhöle dürfte man es nicht ganz ablengnen können. Wir haben einer besonderen Metamorphose derselben erwähnt, bei welcher sich Kugeln innerhalb der Zellenhöle ausbilden, die ganz den Kernkugeln gleichen. Auch die Entwickelung einer Zellen-Membran um diese Inhalts-Kugeln habe ich zu beobachten geglaubt, wenn ich dieses auch nicht faktisch machen konnte. Nur die Möglichkeit einer solchen Vermehrung der Zellen der Dotterhöle möchte ich nicht bestreiten.

ZWEITER ABSCHNITT.

Die Entwickelung des Dotters zum Hühnchen.

An der Entwickelung des Embryo haben nur die Zellen der Keim-Anlage und der Dotterhöle einen unmittelbaren Antheil; von den Zellen der Dottersubstanz läfst sich ein direkter Uebergang in die Gebilde des Hühnchens zu keiner Zeit nachweisen.

Hält man den Begriff des Eies als Zelle fest, so kann man sich, worauf wir schon zu Anfange vorliegender Untersuchungen hingewiesen haben, das Verhältnifs der Zellen der Dottersubstanz zum entstehenden Embryo etwa so denken, wie das der kugligen Nahrungssubstanz zur jungen Zelle in einer einfachen Mutterzelle. Hier sehen wir deutlich, dafs der kuglige Inhalt direkt zur Entstehung und dem Wachsthume der jungen Generation Nichts beitragen kann, denn die einzelnen Kügelchen sind ja oft gröfser als die junge Zelle selbst. Die Kügelchen verkleinern sich und verschwinden allmählig, während, wahrscheinlich zugleich auf ihre Kosten, jene Moleküle in

Wirksamkeit treten, welche die junge Zelle zusammensetzen und hervorbilden. Ein ähnliches Verhältnifs haben die Zellen der Dottersubstanz in der Eizellenhöle. Die Unterschiede begründen sich nur darauf, dafs wir es hier mit einer Zelle zu thun haben, deren Inhalt (Dotter) für die Entwickelung eines gemeinschaftlichen thierischen Zellen-Organismus bestimmt ist. Die Moleküle sind hier die Zellen der Keim-Anlage und Dotterhöle, und der kuglige Nahrungs-Inhalt, durch dessen Beihilfe die Ausbildung und Vollendung des Embryo aus den Molekülen unterstützt werden soll, wird durch die Zellen der Dottersubstanz vertreten. Den wefentlichen Theil des Dotters bilden daher die Zellen der Dotterhöle (inclus. der Keim-Anlage), den accessorischen die der Dottersubstanz, obschon letztere an Masse durchaus überwiegt. Bei den Fröschen besteht der Dotter nur aus solchen Zellen, welche unmittelbar die Gebilde des Thieres zusammensetzen und demgemäfs mit den Zellen der Dotterhöle im Dotter des Hühnchens verglichen werden müssen.

Die Entwickelung des Hühnchens aus dem Dotter kann übersichtlich und allgemein nach den Hauptmomenten aus dem Entwickelungsleben des Frosches eingetheilt werden. Bei dieser Eintheilung ist natürlich von einer strengen Scheidung nicht die Rede. Aufserdem sind die Modifikationen nicht zu übersehen, welche nothwendigerweise durch die höhere Bildungsstufe des Thieres, sowie hauptsächlich durch die Beschränkung der Lebensäufserungen des Embryo auf das Ei und den Dotter ohne direkte Beziehung zur Aufsenwelt hervorgerufen werden. Wir wissen nun, dafs die Gebilde des Frosch-Embryo entweder direkt aus den Dotterzellen, wie es hauptsächlich zu Anfange der Fall ist, oder durch Vermittelung des Blutsystems geschehen, so während der Larvenzeit und während der Larven-Metamorphose. Eine solche Scheidung in den Entwickelungen der Gebilde finden wir auch beim Hühnchen, wir werden uns sogar überführen, dafs das Blutleben seine Wirksamkeit weit früher und in weit ausgedehnterem Kreise an den Tag legt. Es hat dasselbe einen solchen bedeutenden Einflufs auf das ganze Entwickelungsleben, dafs ich nicht umhin kann, mit dem Antritt desselben in seine Wirksamkeit die zweite Hauptepoche zu bezeichnen. Während das animale und das Darmsystem nur allmählig sich weiter ausbilden, und keine Gelegenheit finden ihre Wirksamkeit besonders zu äufsern; so ist's dagegen das Blutsystem, welches, als Vermittler zwischen Beiden, desto auffallender durch Veränderungen in seinen einzelnen Organen und Systemen den allgemeinen Fortschritt in der Entwickelung offenbart. Durch die Metamorphosen des Blutsystems markiren

sich nun noch in der zweiten Epoche des Bildungslebens zwei Perioden, welche unter anderen Verhältnissen auch beim Frosch sehr deutlich hervortreten; nämlich die, welche mit dem Larvenzustande verglichen werden kann und dann die letzte, welche, ähnlich der Larven-Metamorphose, die Ausbildung zum entwickelten Thiere umfafst. Demgemäfs zerfällt das Entwickelungsleben des Hühnchens in:

A. Die Entwickelung des Embryo direkt aus dem Dotter ohne Vermittelung des Blutsystems.

I. Die Anlage des Embryo.

II. Die nächste Ausbildung derselben für die Entwickelung vermittelst des Blutsystems.

B. Die Entwickelung des Hühnchens aus dem Dotter durch Vermittelung des Blutsystems.

I. Das Larvenleben des Hühnchens nach den drei Hauptsystemen des Körpers.

II. Die Ausbildung zum entwickelten Thiere. Die Larven-Metamorphose.

A. Die Entwickelung des Embryo direkt aus dem Dotter ohne Vermittelung des Blutsystems.

Charakteristisch für diese Epoche ist, dafs sämmtliche Gebilde entstehen und sich erweitern, indem die Zellen der Keimanlage, dann die in der Nähe befindlichen Zellen der Dotterhöle, welche durch ihre Metamorphose den ersteren gleich werden, schichtweise sich ablagern, und die so zuerst formirten Anlagen durch Aufnahme neuer, geeigneter Zellen vergröfsern. Nahrungsmaterial wird noch auf keine Weise diesen Zellen zugeführt. Sie entwickeln sich, behufs der nächsten Ausbildung der Anlagen, auf Kosten des, ihnen reichlich zugetheilten, kugligen Nahrungs-Inhaltes. Dieser schwindet unterdefs allmählig, während zahlreiche junge Zellen in einzelnen Gebilden sichtbar werden. Es wird in dieser Epoche die Grundlage des Thieres gelegt, und in soweit ausgebildet, dafs die individuelle Entwickelung unter Vermittelung des Blutsystems erfolgen kann.

I. Die Anlage des Embryo.

Die Anlage der Umhüllungs-Haut.

Vor der Befruchtung besteht das reife Ei des Huhns, von den äufseren Theilen abgesehen, nur aus dem Dotter in der beschriebenen Anordnung, umgeben von der Dotterhaut. Es ist das Ei eine Zelle, deren Kern (Keim-

bläschen) geschwunden, deren Inhalt (Dotter) zur neuen Generation (Embryo) befähigt dasteht. Dieses neue Leben des Inhalts wird durch die Befruchtung hervorgerufen, und die ersten Entwickelungen gehen zunächst von den, in der Keim-Anlage gleichsam zur Disposition gestellten Zellen der Dotterhöle aus.

Das Erste, was der Dotter behufs der Bildung eines thierischen Organismus unternimmt, ist, ganz wie beim Frosch, die Formirung einer Hülle, unter deren Schutz und Beistand das Entwickelungsleben des Embryo vor sich gehen und gedeihen soll. Die erste Konformation derselben zeigt sich auf der Narbe jedes befruchteten Eies, sobald dasselbe gelegt ist. Sie stellt sich als eine kreisrunde Scheibe dar, in der Gröfse der Narbe selbst. Als erste, zu einer Membran sich ablagernde Zellenschicht ist sie von der Keim-Anlage in den ersten Stunden des Bebrütens auf keine Weise im Zusammenhange loszupräpariren. Sie soll den nächsten Anlagen zum Haltpunkte dienen, und ist daher innig an die erste Bildungsstätte des Embryo geknüpft. Ihre Anwesenheit läfst sich theils daran erkennen, dafs die Narbe eine deutliche, circumskripte Umgrenzung hat und in sich mehr zusammenhält, theils findet man unter dem Mikroskop Partieen von Zellen der Keim-Anlage, die regelmäfsig aneinander gelagert sind, und durch den gegenseitigen Druck polyedrisch sich abplatten.

Diese Anlage der Umhüllungshaut ist früher für die Keimhaut gehalten worden, welche Benennung wegen des irreführenden Begriffes von uns nicht mehr aufgenommen wird. Sie ist, wie die spätere Entwickelung zeigen wird, durchaus von derselben Bedeutung für das Entwickelungsleben, wie die gleichbenannte Membran von schwärzlicher Färbung beim Frosche. Später sehen wir sie theilweise in dem sogenannten serösen Blatte und in der serösen Hülle wieder. Sie besteht gegenwärtig, wie Schwann dieses bei der Keimhaut beschreibt, aus dicht nebeneinanderliegenden, mehr dunklen Zellen von etwas verschiedener Gröfse, mit kugligem Nahrungsinhalte dicht angefüllt. Durch den gegenseitigen Druck werden die Zellen zu unregelmäfsigen Fünfecken abgeplattet. Zellenmembran und Kern sind anfangs nicht zu unterscheiden. Das allgemeine Aussehen ist wesentlich ebenso, wie das der früheren, kleinsten Zellen der Keim-Anlage vor der Befruchtung. *)

Die Anlage der Umhüllungshaut schreitet nun in der Entwickelung ohne Aufenthalt vorwärts, mit der gemeinschaftlichen Tendenz, für das neue Leben

*) Schwann hat die Anlage der Umhüllungshaut als Keimhaut dargestellt a. a. O. in Tab. VI. Fig. 4.

des Dotters und zugleich für die Gebilde des Embryo eine schützende Hülle zu formiren. Sie erweitert sich daher, mit ihrem Centrum an der Bildungsstätte des Embryo festhaftend und gleichmäfsig an der Peripherie sich ausdehnend, dicht unter der Dotterhaut über den Dotter selbst hinweg. Das erste Wachsthum der Umhüllungshaut geschieht durch Ausdehnung der, ihre Anlage ursprünglich zusammensetzenden Zellen, welche dabei zugleich heller werden, und an einzelnen Stellen die Zellenmembran schon zum Vorschein treten lassen. Später lagern sich immer von Neuem solche Zellen der Dotterhöle an die Peripherie an, welche durch ihren kleinkugligen Niederschlag auf den Kern den Zellen der Keim-Anlage so ähnlich werden. Die Umhüllungshaut gehört zu den Anlagen, deren Entwickelung nur durch derartige Zellen der Dotterhöle ohne Vermittelung des Blutsystemes vollendet wird. Als ein Gebilde, welches dem Dotter und dem Embryo in den gegenseitigen Verhältnissen dient und also nur für das Entwickelungsleben bestimmt ist, entwickelt sie sich mehr unabhängig von den Bildungsstufen, welche zur Realisirung des geschlechtlichen Lebens des Embryo in den eigentlichen Anlagen desselben nothwendig werden.

Die Anlage des Central-Nervensystems.

Die Entwickelung des Dotters zu den Gebilden, welche dem Embryo allein und eigenthümlich angehören, beginnt mit der Anlegung desjenigen Systems, welches namentlich im höheren Wirbelthier-Reich den Mittelpunkt des ganzen thierischen Lebens bildet, des Central-Nervensystemes. Es wartet jedoch dieser Bildungsakt nicht, wie beim Frosch, das vollständige Umwachsen des Dotters von der Umhüllungshaut ab, sondern er tritt sogleich auf, wann letztere nur im Stande ist, Schutz und Stütze dem sich entwickelnden Embryo zu gewähren.

Es hat daher die Umhüllungshaut eben nur einige Linien über das Residuum der Narbe hinaus sich erweitert, so markirt sich schon von aufsen ohne irgend ein Hilfsmittel die erste, dem Embryo eigenthümliche Anlage durch einen helleren, weifslichen Streifen, welcher die kreisförmige Scheibe der Umhüllungshaut gleichsam in zwei gleiche Theile zu trennen scheint. (Tab. III. Fig. I.) Derselbe bildet jedoch nicht einen vollkommenen Durchmesser, sondern an beiden Enden bleibt ein Theil der Umhüllungshaut frei, so dafs also die Peripherie von einigen Linien ein ungetrenntes Ganzes formirt. v. Bär hat diesen Streifen als den etwas erhabenen Primitivstreifen beschreiben,

welcher nach ihm den Vorläufer der Wirbelsäule, nach den Deutungen späterer Naturforscher die Ur-Anlage des Nervensystems und seiner Hüllen aller Art (Burdach, Valentin, später auch v. Bär) vorstelle. Dieser weifsliche, angeblich erhabene Streifen ist jedoch weder erhaben, noch entspricht er irgend einer Ur-Anlage des künftigen thierischen Organismus; es ist vielmehr der Reflex einer entsprechend verlaufenden, seichten Rinne, welche in Folge der, zu ihren beiden Seiten sich entwickelnden Urhälften des Central-Nervensystemes entstanden ist, und daher nur als Merkmal dieses Bildungsvorganges dienen kann. Etwas später zeigt sich deutlich unter dem Boden dieser Rinne oder Furche in ihrem ganzen Verlaufe die durch ihre weifse Farbe ausgezeichnete Wirbelsaite, so zwar, dafs sie nicht ohne Zerstörung des Bodens anfangs abgetrennt werden kann. Ob die Anlage der Wirbelsaite schon gegenwärtig vorhanden ist, davon konnte ich mich nicht genau genug überzeugen; doch ist es nach der Bildungsgeschichte des Frosches wahrscheinlich. Die hellere Färbung der Rinne wird aber nicht durch sie bewirkt; denn wenn man die Rinne auseinanderzieht, so schwindet sie, und umgekehrt, wenn man künstlich in der Umhüllungshaut Furchen faltet, so entstehen als Reflex derselben weifsliche Streifen. Man kann übrigens die natürliche, primitive Rinne, welche beim Hühnchen viel markirter und ausgeprägter ist, als beim Frosch, sehr deutlich an queren Durchschnitten der Umhüllungshaut nachweisen. (Tab. IV. Fig. 1.) Die Richtung der beschriebenen Rinne entspricht der Quer-Axe der Eischale.

Das Central-Nervensystem selbst nun befindet sich im nächsten Umkreise der primitiven Rinne unterhalb der Umhüllungshaut und mit der letzteren innig zusammenhangend. Es hat sich nämlich dasselbe, wie beim Frosch, als eine membranartige Zellenschicht vom Keimhügel *) losgelöset und an die Umhüllungshaut angelagert, so zwar, dafs die primitive Rinne die ganze neue Anlage in zwei gleiche Theile, in die Urhälften des Central-Nervensystems abscheidet. Es ist anfangs recht schwer, sich von ihrer Anwesenheit zu überzeugen. Durchschnitte geben hier keinen Aufschlufs; auch ist das Lospräpariren von der Umhüllungshaut wegen der lockeren Konsistenz der membranartigen Zellen-Anlage nicht möglich. Dennoch kann ihre Existenz durch zwei

*) Man erlaube mir, in Uebereinstimmung mit der Bildungsgeschichte des Frosches, die in der Keim-Anlage angehäuften, und aus dem Kern des Hahnentritts fortwährend jetzt sich vermehrenden Zellen des Dotters den Keimhügel zu nennen.

Mittel konstatirt werden. Man ist einmal im Stande, bei vorsichtiger Behandlung die neu angelegte Zellenmasse abzuschaben, und zweitens entdeckt man an der Umhüllungshaut in dieser Gegend durch das Mikroskop zwei in ihrem allgemeinen Ansehen verschiedene Zellen-Lagen. Oberhalb sieht man die schon lichter gewordenen Zellen der Umhüllungshaut mit den frei markirten Zellenmembranen und zuweilen hervortretenden Kernen; unterhalb dagegen die hinzugekommenen, mit kugligem Nahrungsinhalte noch ganz angefüllten Zellen des centralen Nervensystems.

Aehnlich, wie beim Frosch, ist auch hier die Gegend, innerhalb welcher das Central-Nervensystem liegt, an der vorsichtig unter Wasser ausgespannten Umhüllungshaut wahrzunehmen. Die letztere zeigt nämlich zu beiden Seiten der Rinne eine sanfte Wölbung, welche zugleich einen von der Peripherie etwas abweichenden Licht-Reflex hervorruft. Auf diese Weise markirt sich inmitten der ebenen, kreisrunden Scheibe der Umhüllungshaut eine ovale, etwas gewölbte Fläche, durch deren Längen-Axe die primitive Rinne verläuft. Diese ovale Fläche entspricht also der ersten Ausdehnung der Urhälften des Central-Nervensystems, und späterhin sind alle Entwickelungen des Embryo an diese Gegend gefesselt. Daher ist sie als die erste Andeutung der *Area pellucida*, des Fruchthofes, anzusehen, obschon sie gegenwärtig nicht durch ihre Pellucidität sich auszeichnet. Ihre Form wird nach dem jedesmaligen Entwickelungszustande des Embryo verändert.

Die Urhälften des centralen Nervensystemes stellen demnach in ihrer Anlage zwei membranartige Zellenschichten vor, welche zu beiden Seiten der primitiven Rinne an die Umhüllungshaut sich angelagert haben, vorn und hinten ineinander übergehen und zusammen eine ovale Fläche formiren, durch deren Längen-Axe die primitive Rinne verläuft.

Die Wirbelsaite und die mittlere Membran *(Membrana intermedia)*.

Sobald die Zellenschicht für die Urhälften des Central-Nervensystemes abgesondert ist, trennt sich von dem Keimhügel die zweite Haupt-Anlage des Embryo, und gleichzeitig markirt sich deutlicher die Wirbelsaite. (Tab. IV. Fig. 1. Tab. V. Fig. 1.)

Die zweite Haupt-Anlage des Embryo stellt sich als eine ziemlich derbe, konsistente Membran dar, von kreisrunder Begrenzung, und an Dicke die bisherigen Anlagen überwiegend. In ihrer Ausdehnung giebt sie anfangs der Umhüllungshaut nur wenig nach. Daher berührt sie mit ihrer oberen Fläche

in der Mitte das Central-Nervensystem, in der Peripherie die Umhüllungshaut; der Fruchthof wird also von ihr überschritten. Ihre Lostrennung von den genannten Theilen ist mir sehr oft gelungen. Nur da, wo sie den Boden der primitiven Rinne berührt, und wo die Wirbelsaite sich bald deutlicher abzeichnet, ist der Zusammenhang so innig, dafs jeder Versuch mit Zerstörung endet. So wird denn auch die entsprechende Mitte dieser Membran in zwei Hälften geschieden; die peripherischen Theile gehen aber frei ineinander über. Die elementaren Zellen sind hier in gröfserer Menge als Membran zusammengehäuft; doch ist ihr Ansehen ebenso, wie in den übrigen Anlagen.

Diese zweite, membranartige Anlage des Embryo ist für die Bildungsgeschichte der höheren Wirbelthiere von der wichtigsten Bedeutung. Sie mag von meinen Vorgängern anfangs für das Schleimblatt, später wohl auch für das Gefäfsblatt gehalten worden sein; jedoch ist eine genaue Bestimmung hierüber nicht möglich: ich nenne sie die mittlere Membran, *Membrana intermedia*. Zu dieser Benennung leitet mich theils die ursprüngliche Lage, theils das übrige Verhalten dieser Membran zu den beiden Central-Organen der Hauptsysteme des thierischen Organismus. Sie befindet sich nämlich zwischen dem Central-Nervensystem und der jetzt sich bald ablagernden Schleimhaut, und ist die gemeinschaftliche Ur-Anlage aller Gebilde, Systeme, Organe, welche die Wirksamkeit der beiden Central-Organe des thierischen Lebens vermitteln. Von ihr entwickeln sich daher das Wirbelsystem, das Hautsystem, das Blutsystem und zuletzt alle die Gebilde, welche zunächst die Assimilation der Schleimhaut unterstützen, und die ich unter dem Namen „Darmhautsystem“ zu sammenfasse. *) Doch nicht allein, dafs die *Membrana intermedia* durch die Entwickelung der genannten Gebilde sowohl im geschlechtlichen als Bildungs-Leben des Embryo sich inmitten zwischen die beiden Centralpunkte der thierischen Lebensäufserungen stellt: sie spielt auch den thätigen Vermittler zwischen dem Dotter und den schon vorhandenen Anlagen des Embryo, welche sich zunächst auf das Central-Nervensystem und die erste Anlage der Schleimhaut beschränken.

Unterhalb des Bodens der primitiven Rinne, da, wo die Hälften des Central-Nervensystemes und der *Membrana intermedia* so zusammentreffen, dafs ihre Trennung noch nicht möglich ist, sehen wir jetzt deutlicher jene durch ihre Einfachheit und beim Hühnchen durch die weifsliche Farbe ausge-

*) Unter Darmsystem verstehe ich das Darmhautsystem mit der Schleimhaut.

zeichnete Wirbelsaite. (Tab. IV. Fig. 1.) Sie läfst sich im ganzen Verlaufe der Rinne verfolgen, und geht ohne Knopf oder Spitze an ihren Enden in die hier sich vereinigenden Urhälften der Anlagen des Embryo ohne sichtbare Scheidungsgrenze allmählig über. Ob sie in ihrer Anlage mit dem Central-Nervensystem oder mit der *Membrana intermedia* zugleich gegeben wird, ist mir beim Hühnchen nicht möglich gewesen zu ermitteln. Wir müssen uns hier an die Bildungsgeschichte des Frosches halten, wo die derbere Natur der Zellen, sowie die Konsistenz der Anlagen des Embryo die Untersuchung erleichtern. Jedenfalls aber wird aus dem beschriebenen Verhalten der Wirbelsaite beim Hühnchen ersichtlich, dafs sie wesentlich dieselbe Bedeutung hat, die wir früher beim Frosch angegeben. Als einfacher cylindrischer Strang ist sie, mitten unter den Doppel-Anlagen, dasjenige embryonische Gebilde, welches der paarigen Entwickelungsweise zur Stütze und Haltung dient.

Nach der Absonderung der membranartigen Zellenschicht für die *Membrana intermedia* ist der Zusammenhang der Anlagen des Embryo mit dem Keimhügel nicht mehr so innig, doch erhält sie sich noch so lange, bis die Schleimhaut als frühste Anlage gebildet ist. Ehe dieser Entwickelungs-Akt vor sich geht, ist noch eine hierauf sich beziehende Veränderung der mittleren Membran wahrzunehmen, welche den Anfang einer, im höheren Wirbelthier-Reich eigenthümlich vor sich gehenden Bildungs-Metamorphose macht.

Während nämlich die erwähnten thierischen Anlagen des Dotters ihre Entwickelung auf später näher anzugebende Weise fortsetzen, die Umhüllungshaut sich weiter über den Dotter ausdehnt, die Urhälften des Central-Nervensystemes, als sogenannte Rückenplatten, sich zu vereinigen streben und ihre Hülle, die obere Wirbelröhre, von der *Membrana intermedia* erhalten; wird gleichzeitig von dieser letzteren Membran der Anfang zur Formirung der unteren Röhren des Körpers, der Visceralhöle etc., gemacht. Man hat die, zu diesem Behufe sich zeigenden Bildungsvorgänge den Abschnürungs-Prozefs des Embryo von der Keimhaut und dem Dotter genannt. Diese Metamorphose geschieht in folgender Art.

Bisher befinden sich die Urhälften des Central-Nervensystems und die *Membrana intermedia*, gleichsam getragen von der Wirbelsaite, bedeckt und geschützt von der Umhüllungshaut, in einer mehr gleichmäfsigen Ebene, die nur an der Oberfläche durch die primitive Rinne und zu deren Seiten durch die sanften Wölbungen des Central-Nervensystems etwas gestört wird. Nun erheben sich diese Wölbungen, als die früher sogenannten Rückenplatten.

immer mehr, und geben dadurch die Veranlassung zu der, über die Oberfläche sich aufbauenden oberen Wirbelröhre. Die bisher vollkommen ebene, untere Fläche wird von der *Membrana intermedia* hauptsächlich gebildet. Diese Membran richtet sich nun kurz vor dem Central-Nervensystem mit einer, der fast halbkreisförmigen, vorderen Abgrenzung desselben entsprechenden Umbeugung nach unten und hinten. Da nur die, an der bezeichneten, vorderen Grenze anstofsende Partie, an Dicke zunehmend, nach unten und hinten gebeugt wird, so geht vom hinteren Ende derselben die *Membrana intermedia* wieder nach vorn in ihre Peripherie zurück. (Tab. V. Fig. 2. und 6. Tab. III. Fig. 2.) Es erhebt sich auf diese Weise an der unteren Fläche eine Falte, welche in querer Richtung des Embryo gelagert ist, die nach vorn und oben offen steht, nach hinten und unten aber mit einem flach konkaven Rande frei endet, und seitlich in die, an dieser Bildung nicht Antheil nehmende Peripherie der *Membrana intermedia* allmählig sich verliert. Den, nach vorn vom Rande abgehenden Theil der mittleren Haut, welcher also unter der umgebeugten Partie wieder in die allgemeine Ebene zurückkehrt, nennt v. Bär die Kopfkappe.

In Bezug auf den Embryo wird durch die beschriebene Rückwärtsbeugung der *Membrana intermedia* vorn an der unteren Fläche der letzteren eine Grube gebildet, die also über der genannten Falte liegt, nach vorn geschlossen ist, nach hinten offen steht und in die Dotterhöle mündet. Diese Grube oder Höle, welche gemäfs der Genesis ringsum nur von der mittleren Haut umgeben wird, äufserlich aber, wie alle Anlagen des Embryo, durch die Umhüllungshaut geschützt wird, verwandelt sich später durch Erweiterung nach vorn zu der Visceralhöle des Kopfes und Halses sammt den Gebilden des vegetativen und Blut-Systems, die sich an diese Gegend halten. Die Umbeugung der *Membrana intermedia* hat also gewissermafsen den Kopftheil der ganzen Visceralhöle sammt Eingeweiden abgegrenzt, oder, wenn man es sich so denken will, abgeschnürt. Der hintere Rand der Falte bezeichnet nun die Gegend, wo späterhin von vorn die Bildung und Abschnürung des Rumpftheiles der Visceralhöle beginnt. Die hintere Oeffnung der Grube ist daher nicht, wie v. Bär glaubt, die Stelle des vorderen Einganges in den Speisekanal; denn der Mund bildet sich an der vorderen geschlossenen Wand der Grube, nachdem letztere sich weiter vorwärts entwickelt hat: sondern bezeichnet ungefähr die Gegend, wo der Magen später gelagert ist. Man kann also die Benennung *foreu cardiaca* von Wolff rechtfertigen.

An der Oberfläche der Umhüllungshaut wird in Folge der Umbeugung der *Membrana intermedia* ein anfangs nur kleiner, abgerundeter Theil des Embryo aus der Ebene vollständig hervorgehoben. (Tab. III. Fig. 2. Tab. V. Fig. 2.) Dieser Theil besteht gemäfs der beschriebenen Entwickelung aus der Anlage des künftigen Kopftheiles der Visceralhöle mit der *Cutis* und dem später innerhalb sich absondernden Kopftheile des Darmsystems etc.; ferner liegt oberhalb die vorderste Partie des Central-Nervensystems mit der entsprechenden Hülle. Es entspricht aber dieselbe nicht dem ganzen Kopftheile der oberen Wirbelröhre und des Central-Nervensystems, die sich jetzt vielmehr nach hinten bis auf die Hälfte der bestehenden Anlagen ausdehnen; sondern es ist gegenwärtig nur das vorderste Ende derselben.

v. Bär hat sich in diesem freier hervorstehenden Theile des Embryo weniger die Anlage des ganzen Kopftheiles der Visceralhöle sammt den Eingeweiden, als vielmehr den Kopftheil der oberen Wirbelröhre gedacht. Darauf läfst sich wohl auch seine Vorstellungsweise von der Entstehung der ersten Abschnürung des Embryo zurückführen, indem er glaubt, dafs die Umbeugung aus dem starken Wachsthume der Rückenplatten (unserer Urhälften des Central-Nervensystems) und aus der Krümmung derselben über die Wirbelsaite hinaus nach unten hervorgehe. Das Central-Nervensystem mit den für dasselbe entstehenden Hüllen hat aber sowohl während der ersten Grundlegung des Kopftheiles der Visceralröhre als auch noch eine geraume Zeit nachher einen vollständigen, graden Richtungsverlauf. wie dasselbe ursprünglich gegeben ist, und wie dieser Zustand im niederen Wirbelthier-Reich in der höchsten Bildungsstufe verharrt. Meines Erachtens sind solche Unterstützungsmittel zu diesem Bildungsvorgange nicht nothwendig. Der umgebeugte Theil der *Membrana intermedia* wird dicker und derber. Dieses deutet auf ein Wachsthum, und gnügt neben dem Faktum für die Vorstellungsweise dieses Prozesses. Die Richtungs-Veränderungen einfacher Anlagen während des Wachsthums und der Entwickelung sind Erscheinungen, die sich in der Bildungsgeschichte überall wiederholen.

Nach der vorangegangenen Beschreibung. sowie nach unserem Prinzipe der Entwickelung des Thieres aus dem Dotter darf die frühere Vorstellungsweise von dem Abschnürungsprozefs des Embryo nicht ganz in derselben Art verbleiben. Der Embryo scheidet sich nicht von einer Keimhaut, die ja in dem Sinne nicht existirt; auch trennt er sich nicht von dem Dotter, aus welchem er sich entwickeln soll. Der Abschnürungsprozefs beruht vielmehr

auf der Röhrenbildung der unteren Visceralröhre (inclusive der *Cutis*) und des von letzterer eingeschlossenen Darmsystems. Diese wird aber nicht eher gänzlich vollendet, bis der Dotter seinen Zweck erfüllt hat, und dann entweder gänzlich verbraucht ist, oder, als Residuum in den Leib aufgenommen, zuletzt noch zum Nahrungsmittel des entwickelten Thieres wird.

Der Abschnürungsprozefs ist für die Röhren- oder Hölen-Bildung der Visceralröhre und des Darmsystems von derselben Bedeutung, wie die einfache Vereinigung der Doppel-Anlagen des Central-Nervensystems und der Rückgratsröhre. Die Unterschiede sind nur durch das eigenthümliche Verhalten der ersteren zu dem Dotter bedingt.

Das Central-Nervensystem steht vollendet in seiner Anlage da, empfängt seine Hüllen von der *Membrana intermedia*, und ist gleichsam der Regulator der ganzen Entwickelung, ohne direkt mit dem Dotter in Verbindung zu stehen. Die Visceralröhre mit ihren Eingeweiden ist, wie im geschlechtlichen Leben, so während der Entwickelung der Repräsentant derjenigen Sphäre, welche das Thier an das Materielle, Plastische bindet, und daher in nächster Beziehung zum Dotter steht. Nach dieser eigenthümlichen Stellung richtet sich auch der Abschnürungsprozefs, was sich sogleich schon bei der Anlage der Schleimhaut erweisen wird.

Die frühzeitige Abschnürung des Kopftheiles der Visceralhöle und der darin befindlichen Eingeweide im höheren Wirbelthier-Reich wird für das spätere eigenthümliche Ineinandergreifen des animalen und vegetativen Systems in dieser Gegend (in der Kopf- und Hals-Partie) von Wichtigkeit. Denn die *Membrana intermedia* hat, indem sie die erwähnte Abschnürung vollführt, noch keins der Hilfssysteme für die Central-Organe abgesondert. Gehen nun die Entwickelungen des Wirbelsystems, des Darmhautsystems etc. vor sich, so ist ihnen in der abgeschlossenen Grenze der ursprünglichen Anlage der gemeinschaftliche Bildungsstoff gegeben, und dadurch das innigere Ineinandergreifen der einzelnen Gebilde erleichtert. In der Bauch-Abtheilung geschieht die Abschnürung zu einer Zeit, wann die *Membrana intermedia* die Hilfssysteme zum gröfsten Theil abgesondert hat. Daher auch das animale und vegetative System isolirter auftreten; es bezieht sich dieses theilweise selbst auf das Blutsystem.

Die Anlage der Schleimhaut.

Wenn nur eben der Kopftheil der Visceralröhre angelegt ist, und als eine flache Grube sich darstellt, sondert sich vom Keimhügel die letzte, mem-

branartige Zellenschicht für die Anlage der Schleimhaut ab. und tritt an die untere Fläche der *Membrana intermedia* heran. (Tab. V. Fig. 3.) Sie ist. wie der Keimhügel. von kreisrunder Umgrenzung und erstreckt sich nicht ganz so weit. wie die mittlere Membran. Diese letztere, so wie auch die über sie hinausreichende Umhüllungshaut. wird ziemlich gleichzeitig vielmehr von einer. aus dem Umkreise des Keimhügels herantretenden Zellenschicht der Dotterhöle bedeckt. Diese Dotter-Zellenschicht von weifser Farbe stellt sich zwar als eine unmittelbare Fortsetzung der Schleimhaut-Anlage dar. wie wir dieses bald zeigen werden. ist aber sowohl in der Bedeutung. als in der elementaren Zusammensetzung von ihr verschieden und zu trennen. Die Anlage der Schleimhaut besteht gegenwärtig aus denselben. mit kleinkugligem Inhalte angefüllten Zellen der Dotterhöle, wie die übrigen Gebilde des Embryo bei ihrem ersten Auftreten. Schwann. der eine verschiedene Zellenstruktur derselben anführt, hat eine spätere Zeit zu seinen Untersuchungen benutzt.

Die Zellenschicht der Schleimhaut kann sich aber nicht in allen Punkten innerhalb der bezeichneten Grenze an die untere Fläche der *Membrana intermedia* anlagern. Der Theil vielmehr. welcher die grubenförmige Anlage des Kopftheiles der *Membr. int.* umgiebt. wird. indem die Schleimhaut als eine gleichmäfsig ebene Membran herantritt. der unmittelbaren Berührung entzogen. Sie verdeckt aber anfangs die hintere Oeffnung der Grube, und. wenn die letztere nach vorn sich erweitert. so folgt die gleichsam vorgespannte Wand nicht nach, sondern verkümmert und macht eine Lücke in der Schleimhaut. die der Oeffnung der Grube entspricht. Der Kopftheil der mittleren Membran entwickelt sich also frei und unabhängig von der Schleimhaut. und die Lücke in letzterer ist ungefähr an der künftigen Eintrittsstelle der Speiseröhre in den Magen. an der *Cardia*. von wo die Ausbreitung des assimilirenden Central-Organes ihren Anfang nimmt.

Dieser Bildungsvorgang erinnert uns an einen ganz gleichen, nur nach den Umständen modifizirten aus der Entwickelung des Froschlarven-Embryo. Hier zieht sich nämlich der Dotter aus der Visceralröhre des Kopfes in die des Rumpfes zurück, und zwar zu einer Zeit. wo das Wirbelsystem durch die beiden Visceralbogen am Kopfe sich schon gebildet hat. und die zurückbleibende Dotterschicht als gesonderter Kopftheil des Darmhautsystems sich deutlich markirt. Nur auf dem Uebergange der Visceralhöle des Kopfes zu der des Rumpfes. in der Gegend des Kiemenbogenträgers, tritt die Sonderung erst nachträglich auf; das Hautsystem allein umgiebt das hier zurück-

gebliebene, unausgebildete Residuum des Dotters. An dieser Stelle der Kopf-Visceralhöle ist denn auch in dem entwickelten Zustande der niederen Wirbelthiere das Ineinandergreifen der einzelnen Systeme am auffallendsten (Kiemengerüste). Das Zurücktreten des Dotters aus der Kopf-Visceralhöle der niederen Wirbelthiere in der eigenthümlichen Weise ist demgemäfs der Abschnürung und der ersten Anlegung des Kopftheils der *Membr. int.* im höheren Wirbelthier-Reich gleichzustellen. Durch beide Bildungsvorgänge wird der Dotter auf die mehr oder weniger ausgebildete Bauchpartie der Visceralröhre beschränkt, und dadurch die Anlegung und Ausbreitung des assimilirenden Central-Organs (Schleimhaut) dem Kopftheile entzogen.

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY WOODS HOLE LIBRARY MASS

II. Die Ausbildung der Anlagen des Embryo für die Entwickelung aus dem Dotter vermittelst des Blutsystems.

Sobald die Schleimhaut angelegt ist, hat der Dotter die erste Anlage des Embryo vollendet. Wir haben das Central-Organ des animalen Lebens in den membranartigen Urhälften des Central-Nervensystems, das Central-Organ des vegetativen Lebens in der ersten Anlage der Schleimhaut, wir haben endlich zwischen diesen beiden die *Membrana intermedia* mit der beschriebenen ersten Bildungs-Metamorphose als den Inbegriff alles dessen, was sowohl während der Entwickelung als auch im geschlechtlichen Leben das vermittelnde Glied zwischen den Centralpunkten des thierischen Lebens vorstellt. Zwischen ihr und dem Central-Nervensystem verläuft mitten durch die Längen-Axe die einfache Wirbelsaite, um den angedeuteten Doppel-Anlagen als Haltpunkt zu dienen. Ueber sämmtliche Anlagen hinweg verbreitet sich die dem Embryo und dem sich entwickelnden Dotter zugleich angehörige Umhüllungshaut als Schutz des Ganzen, und um die embryonischen Gebilde über dem Dotter an der Dotterhaut festzuhalten.

In der letzt genannten Funktion war bisher die Umhüllungshaut noch vom Keimhügel unterstützt. Nach der Anlage der Schleimhaut aber hat derselbe seine Bedeutung für die Entwickelung des Embryo aus dem Dotter verloren. Vorher, als eine rundliche Scheibe von angehäuften disponiblen Zellen der Dotterhöle ganz geeignet, die ersten membranartigen Anlagen des Embryo schichtweise abzusondern, wird er bei der weiteren Entwickelung ganz überflüssig. Man sieht zwar noch einige Zeit unter dem Embryo eine weifslich sich darstellende Zellenmasse, den von der Keim-Anlage, wie man sagte, freigewordenen Kern des Hahnentritts oder den früher angenommenen

Keimhügel. Diese Zellenmasse besteht aber nur aus den gewöhnlichen Zellen der Dotterhöle meist ohne bedeutende innere Veränderungen; auch hat sie gar keinen besonderen Zusammenhang mit dem Embryo selbst, sondern sie repräsentirt nur die oberste Schicht der Zellen der Dotterhöle im Kanale, welche in ihrem unvermischten Nebeneinanderliegen weifslich erscheinen; in Bezug auf den Embryo jedoch nichts vor den übrigen Zellen der Dotterhöle voraushaben.

Die Entwickelung der einmal gegebenen Anlagen betrifft theils die reine Metamorphose, theils die Veränderungen der elementaren Zellen. Letztere geschehen auf zweifache Art.

Es entwickelt sich auf Kosten des kugligen Inhaltes hauptsächlich die Zellenmembran, ohne dafs die Erzeugung junger Zellen in der Zellenhöle besonders hervortritt; oder die Zelle wird zur reinen Mutterzelle, es erzeugen sich mehrere junge Zellen, die frei werden, während die Mutter zu Grunde geht; zuweilen verbleibt die neue Generation in der sie umgebenden Zellenmembran. Je nachdem die eine oder die andere Entwickelungsweise der Zelle in den Anlagen vorherrschend wird, erhalten die letzteren, obschon sie ursprünglich aus ganz gleichartigen Zellen zusammengesetzt werden, ein verschiedenes Ansehen. Und dieses hat Veranlassung gegeben, dafs man in den einzelnen Anlagen auch ursprünglich verschiedenartige Zellen festsetzte, was, wie wir gezeigt haben, nicht der Fall ist. Die neu entstehende Generation zeichnet sich dadurch aus, dafs sie bei weitem kleiner ist, gewöhnlich einen ovalen, gelblichen, undeutlich granulirten Kern mit Kernkörperchen zur Schau trägt, und als Inhalt mehrere feine Körnchen, nicht selten mit Molekularbewegung, zeigt. Auch an dem, nach Verbrauch des kugligen Inhalts hervortretenden Kern in den ursprünglichen Zellen der Anlagen markiren sich gewöhnlich deutlich die Kernkörperchen, und der Kern selbst hat ein mehr gelbliches, granulirtes Ansehen.

Die Veränderungen der Formen in den Anlagen sind theils von den beschriebenen Entwickelungen der Zellen selbst begleitet, und hier hebe ich zugleich hervor, dafs bei dem ersten Auftreten der feineren Generation die Anlagen dicker werden. Aufserdem aber werden die vorhandenen Formen auch durch das Hinzutreten neuer Zellen aus dem Dotter erweitert. Es kann dieses natürlich nur da vor sich gehen, wo eine unmittelbare Berührungsstelle dem Dotter dargeboten wird, also an der Peripherie der Umhüllungshaut, der *Membrana intermedia* und der Schleimhaut-Anlage; das Central-Nervensystem dagegen hat seine vollendete Anlage und steht in keiner unmittelbaren Verbin-

dung mit dem Dotter. Die untere Fläche der Schleimhaut wird gleich nach der Anlegung durch eine kleine Ansammlung von Flüssigkeit von den Zellen des Kanals (Kern des Hahnentritts) geschieden, und so die Berührung mit dem Dotter verhindert. Die neu an die Anlagen des Embryo hinzutretenden Zellen, um dieselben zu erweitern, sind stets jene Zellen der Dotterhöle, welche durch ihren kleinkugligen Niederschlag auf den Kern den, in dem Keimhügel (Keim-Anlage) angesammelten gleichen.

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen mögen wir zur speziellen Darstellung der ferneren Entwickelungen des Embryo übergehen.

Die Umhüllungshaut.

Die kreisrunde Umhüllungshaut befindet sich dicht unter der Dotterhaut, bedeckt mit ihrem Centrum das sich innig anschliefsende Central-Nervensystem und den peripherischen Theil der *Membrana intermedia*; mit der freien Partie der unteren Fläche liegt sie auf dem angrenzenden Dotter. Sie ist in der gegenwärtigen Beschaffenheit für das seröse Blatt gehalten worden. Ihrer Bestimmung gemäfs erweitert sie sich nun an ihrer ganzen Peripherie gleichmäfsig und ihre kreisrunde Umgrenzung also immer bewahrend allmählig über den Dotter hinweg, und, während sie mit ihrer Mitte den sich entwickelnden Embryo beschützt, nimmt sie an dem peripherischen Theile ihrer unteren Fläche diejenige Dotterschicht auf, welche unmittelbar in den Kreis des embryonischen Lebens treten soll. Auf diese Weise verbleibt sie auch beim Hühnchen in der Bedeutung, welche die Bildungsgeschichte des Frosches zu erkennen giebt, nämlich als die schützende Hülle des, für ein neues Leben sich entwickelnden Dotters.

Ihre Entwickelung geschieht bis zur völligen Umhüllung des Dotters immer auf eine und dieselbe Weise; Gefäfse bilden sich niemals aus. Es treten vielmehr stets dieselben, mit kleinkugligem Inhalte angefüllten Zellen der Dotterhöle an ihre Peripherie heran, und vergröfsern so hauptsächlich ihre Ausdehnung in die Weite. Daher findet man in dem Umkreise ihrer äufsersten Grenze alle die Uebergangsstufen, welche wir bei der Metamorphose der einfachen Zellen der Dotterhöle in die, mit kleinkugligem Inhalte angefüllten beschrieben haben.

Aufser der Vergröfserung durch neu hinzutretende Zellen der Dotterhöle beobachtet man auch vorzugsweise in ihr das Wachsthum durch eine epitheliumartige Ausbildung der sie ursprünglich zusammensetzenden Zellen,

während junge Zellen weniger entwickelt werden. Diese Ausbildung geschieht auf Kosten des kugligen Nahrungs-Inhaltes, der inzwischen allmählig schwindet, und die schönen Kerne mit Kernkörperchen frei zu Tage treten läfst. Diese zeitlich nacheinander erfolgenden Veränderungen der Zellen lassen sich auch an der Peripherie zu gleicher Zeit sehr instruktiv beobachten, indem man daselbst die neu hinzugetretenen, unveränderten Zellen der Dotterhöle mit allen den Uebergangsstufen nach der Mitte hin auf ein Mal übersehen kann. (Tab. I. Fig. 16.) Daher nehme ich Gelegenheit, auf Einiges bei diesen Veränderungen der Zellen aufmerksam zu machen.

Wenn der kuglige Inhalt schwindet, so geschieht es zuerst an der Peripherie um den Kern innerhalb der Zellenhöle. Es zeigt sich dann die übriggebliebene Partie des kugligen Inhaltes mit dem noch verdeckten Zellenkern, umgeben von einem hellen Kreise, an welchem man zu äufserst die Kontur der Zellenmembran gemeinhin ziemlich deutlich erkennt. Zuweilen jedoch, wenn namentlich ein solcher heller Saum diejenige Stelle einer anderen Zelle berührt, wo der kuglige Inhalt noch nicht von der Peripherie geschwunden ist, sieht man die genannte Kontur nicht markirt. Hier scheint es dann, als ob zwischen den kugligen Massen eine Intercellular-Substanz vorhanden sei. Bei einer Ansicht auf den Rand einer solchen gefalteten Membran überzeugt man sich aber, dafs die halbkugelförmig hervorstehenden Zellen sich gegenseitig so innig berühren, dafs von irgend einer bedeutenderen Zwischenmasse nicht gut die Rede sein kann. Je mehr sich nun die Zelle ausbildet, desto geringer wird der kuglige Inhalt. Es werden innerhalb der Zellenhöle ganze Kränze und später Theile derselben, von kugligen Massen gebildet, sichtbar. Diese Kränze und einzelne Stücke derselben befinden sich auf der Oberfläche des ursprünglichen Kernes der, aus der Dotterhöle herangetretenen Zellen. Aber der Kern selbst ist anfangs in seiner veränderten Gestalt noch nicht wahrzunehmen. Ebenso, wie wir bei der Bildung dieser, mit kleinkugligem Inhalte angefüllten Zellen erwähnten, dafs der Kern jener einfachen Zellen der Dotterhöle, obschon er noch nicht vollständig von dem kugligen Niederschlage bedeckt ist, dennoch wegen der angenommenen Durchsichtigkeit nicht mehr erkannt werden kann. Nun aber nimmt der Kern nicht sein früheres, Fetttropfen ähnliches Ansehen wieder an, sondern wird gelblich, von mehr ovaler Gestalt, etwas granulirt, und entwickelt Kernkörperchen. Diese Eigenschaften bringen ihn, unter dem Hinschwinden des kugligen Inhaltes, wieder allmählig zur Anschauung. Späterhin wird dieser Zellenkern wieder lichter und durch-

sichtiger, verkleinert sich und scheint oft ganz zu verschwinden, während auch die Konturen der Zellen-Membran selbst bald nicht mehr gut zu unterscheiden sind.

Die Umhüllungshaut also, welche anfangs, wie dieses schon Schwann an seinem serösen Blatte beschreibt, aus runden, durch dichtes Zusammenliegen sich polyedrisch abplattenden Zellen besteht, in deren Hülle der charakteristische Zellenkern, zuletzt noch umgeben von kleineren Kügelchen und Körnchen mit Molekular-Bewegung, sich markirt, verwandelt sich späterhin in eine Membran, an welcher kaum noch eine Struktur wahrgenommen werden kann. Der Bildungsprozefs, durch welchen die, mit kleinkugligem Inhalte gefüllte Zelle der Dotterhöle in jene, mit dem charakteristischen Kern und Kernkörperchen versehene übergeht, bietet bei dem Hinschwinden des kugligen Inhaltes nicht selten ähnliche Ansichten dar, wie wenn die einfache Zelle der Dotterhöle durch Niederschlag auf den Kern zu der, mit kleinkugligem Inhalt angefüllten sich ausbildet. Doch wenn dieser letztere Prozefs eine mehr fortschreitende Entwickelung offenbart, so verräth der erstere vielmehr, auch durch seine späteren Ausgänge, eine rückgängige Bildungs-Metamorphose der im organischen Leben verbreiteten Urzelle.

Die Umhüllungshaut gehört demnach zu den thierischen Gebilden des Dotters, welche ohne Vermittelung des Blutsystemes sowohl ihre Anlage als die weitere Entwickelung vollendet. Für diese Entwickelungsweise stehen beständig in ihrem Umkreise die mit kleinkugligem Inhalte angefüllten Zellen der Dotterhöle bereit. Jede ihrer Zellen führt also den Nahrungsstoff mit sich, und auf Kosten desselben entwickelt sich die Umhüllungshaut, ihrer einfachen Bestimmung gemäfs, zur schützenden Hülle des zum Embryo sich entwickelnden Dotters.

Das Central-Nervensystem.

Das Central-Nervensystem besteht in seiner Anlage aus zwei membranartigen Urhälften, die zusammen ein längliches Oval formiren, und durch die primitive Rinne, sowie durch die unter ihr verlaufende Wirbelsaite von einander getrennt werden. Gehirn und Rückenmark sind noch nicht angedeutet.

Die beiden membranartigen Urhälften des Central-Nervensystems zeigen nun das Bestreben, gegen die Mitte hin sich zusammenzuziehen und zu vereinigen, indem die entstehenden Hüllen von der *Membrana intermedia* gleichzeitig nachgeschickt werden. Beim Beginne des Vereinigungs-Prozesses ist

die ovale Form in der Art verändert, dafs in der ungefähren Mitte der Länge des Central-Nervensystems eine seitliche Einbiegung entsteht; und dieses ist die erste Andeutung von der Scheidung der Urhälften in Gehirn und Rückenmark. (Tab. III. Fig. 2.) Beide Haupttheile des Central-Nervensystems haben sich fast gleichmäfsig in die Anlage getheilt. Während nun bei den niederen Wirbelthieren die Urhälften des Gehirnes und Rückenmarkes der weiteren Ausbildung gleichzeitig entgegenschreiten, ja das Gehirn wohl gar etwas zurückbleibt, so zeigt das letztere bei den höheren Wirbelthieren einen ganz entschiedenen Vorrang in der ferneren Entwickelung. So nimmt denn auch der Vereinigungsprozefs der beiden Urhälften des Central-Nervensystems am Gehirn seinen Anfang, und schreitet von dessen vorderem Ende allmählig zum Rückenmark über. Wir finden nicht selten Embryonen mit vollendeter Vereinigung am Gehirn und noch offen stehendem Rückenmark.

Indem die Urhälften des Central-Nervensystems behufs der Vereinigung sich nach der Mittellinie zusammenziehen, werden sie etwas dicker, und erheben sich zugleich, namentlich mit dem äufseren Rande, unterstützt von den unter ihnen sich hervordrängenden Hüllen (Hautsystem, Wirbelsystem). Die primitive Rinne gleicht sich wieder aus, es entsteht eine Furche, die Rückenfurche, umgeben von zwei Wällen. (Tab. III. Fig. 3.) Diese Wälle werden also gemäfs der Genesis von den Urhälften des Central-Nervensystems, geschützt durch die Umhüllungshaut, gebildet, und erst unter ihnen markirt sich die Anlage des Wirbelsystems. Der frühere, durch v. Bär eingeführte Name „Rückenplatten“ für diese Wälle ist nach dem vorhin Angegebenen also auch beim Hühnchen nicht entsprechend gewählt. Die Durchsichtigkeit der Urhälften des Central-Nervensystems, die Zartheit der Zellenmasse, die Leichtigkeit, mit welcher letztere bei längerem Verweilen in Wasser oder in Weingeist weggespült wird, sowie endlich der Umstand, dafs die Wirbel-Abtheilungen unter ihr durch die weifsliche Färbung sich so vorherrschend markiren und durch ihre festere Konsistenz erhalten; Alles dieses mag dazu beigetragen haben, dafs v. Bär das Central-Nervensystem verkannt und eigentlich gar nicht als Anlage angenommen hat.

Wenn man Embryonen aus dieser Zeit unter Wasser ausspannt, so faltet und kräuselt sich beim Absterben die Nervenmasse mit der sie schützenden Umhüllungshaut. (Tab. III. Fig. 3.) Diesen Moment mufs man benutzen, um, wenn auch nur stückweise, die Urhälften des Central-Nervensystems von den darunter liegenden Urplatten des Wirbelsystems loszupräpariren, welche

sich mit ihren Wirbel-Abtheilungen deutlich genug markiren. Späterhin nehmen alle Theile eine mehr gleichmäfsige, weifsliche Färbung an, und man dürfte dann sich weniger sicher überzeugen können. Durchschnitte zeigen die Trennungs-Linien wegen der innigen Aneinanderlage der einzelnen Gebilde nicht so deutlich, wie beim Frosch, aber an den Konturen sehen wir in ganz gleicher Weise das Hervortreten der Urhälften des Central-Nervensystemes.

Die Vereinigung der Urhälften des Central-Nervensystemes besteht nun darin, dafs letztere mit den äufseren Rändern die Rückenfurche umwachsen. Am Gehirn geschieht dieses zuerst und zwar vom vordersten Ende ab. Ehe noch die Rückenfurche sich bedeutend verengt hat, erheben sich die äufseren Ränder, indem, wie es scheint, die entsprechenden Urhälften sich mehr nach vorn zusammenziehen, sehr stark, und vereinigen sich. Dieser Prozefs schreitet nach hinten allmählig weiter, wo die Urhälften des Gehirnes inzwischen schon mehr aneinandergerückt sind; die Rückenfurche ist enger geworden und die Ränder brauchen sich zur Vereinigung weniger zu erheben. Kommt nun die Reihe an das Rückenmark, wo die Verwachsung überall mehr gleichzeitig stattfindet, so sind die Urhälften in ihrer ganzen Masse, indem sie sich hier grade umgekehrt mehr in die Länge ausdehnen, schon sehr nahe aneinander gerückt; die Rückenfurche ist sehr schmal, und die äufseren Ränder treten hier am wenigsten hervor, um die Vereinigung zu bewerkstelligen.

Das Central-Nervensystem bildet demgemäfs eine vollkommene Röhre, welche am Rückenmark mehr gleichmäfsig verläuft, vom hinteren Ende des Gehirnes ab nach dem vorderen hin an Weite bedeutend zunimmt. Die Seitenwände derselben entsprechen den Urhälften und sind am Rückenmark, wo sie sich mehr zusammengezogen, etwas dicker. Der Unterschied vom Gehirn in dieser Hinsicht ist jedoch nicht bedeutend, da sich jetzt schon das Rückenmark gleichzeitig verlängert hat. Derjenige Theil der Umhüllungshaut, welcher die Urhälften des Central-Nervensystems überdeckte, ist durch das Verwachsen der äufseren Ränder in den Kanal gleichzeitig aufgenommen.

Der Richtungsverlauf der jetzigen Central-Nervenröhre ist vollkommen grade, wie bei der Anlage. Das Gehirn markirt sich nur durch seine Weite im Allgemeinen; besondere Abtheilungen, ferner die Anlage des Auges und inneren Ohres, welche beim Frosche schon in den getrennten Urhälften vorzufinden sind, lassen sich gegenwärtig nirgend wahrnehmen. (Tab. III. Fig. 4.) Erst nach der Vereinigung der Urhälften entstehen durch Wuche-

rungen nach der Höle zu (Einschnürung) an zwei Stellen der Seitenwände drei Abtheilungen, die drei Gehirnblasen, und diese entsprechen den, im niederen Wirbelthier-Reiche durch das ganze Leben sich erhaltenden drei Gehirn-Partieen.

Späterhin entwickelt sich, wie dieses auch v. Bär beschreibt, von dem vordersten Ende jeder Seitenhälfte der ersten Hirn-Abtheilung ein Bläschen. Diese so entstehenden beiden Bläschen wachsen bald herauf, dehnen sich schnell nach hinten über die erste, zweite, beim Menschen über die dritte Gehirn-Abtheilung herüber, und sind als die Grofshirn-Zellen (Hemisphären) bekannt. Bei diesem Wachsthum und der Ausdehnung der genannten beiden Bläschen wird die eigentliche, erste Gehirn-Abtheilung und, je nach dem höheren Standpunkte des Thieres, auch die zweite überdeckt, ja wohl auch in einer freien Entwickelung unterdrückt. Und nun traf grade die ursprünglich gegebene erste Abtheilung, von welcher die beiden Grofshirn-Zellen nur als sekundäre Gebilde hervorwachsen, das Schicksal, gänzlich in ihrer Bedeutung vernachlässigt zu werden. Es sind aber an den Hemisphären zwei Partieen zu unterscheiden: eine untere, der ursprünglich gegebenen ersten Gehirn-Abtheilung entsprechend, und die gröfsere, obere, welche ihre Entstehung den Grofshirn-Zellen verdankt. Obschon meine Untersuchungen hierüber nicht abgeschlossen sind, so lassen sich die ungefähren Grenzen doch vermuthen. Demgemäfs glaube ich in dem dritten Gehirn-Ventrikel mit den seitlichen Erweiterungen die Höle wiederzufinden, welche in der ersten Gehirn-Abtheilung ursprünglich gegeben ist, und die Seiten-Partieen (*Corpora striata*, *thalami nervorum opticorum etc.*) stellen die entsprechenden Urhälften des Central-Nervensystems vor. Die über dem bezeichneten Gehirn-Ventrikel von vorn nach hinten sich ausdehnenden Gehirnmassen gehören den beiden Grofshirn-Zellen an. Vielleicht macht der *Fornix* die Scheidewand, welche noch zur Basis gerechnet werden müfste.

Von den beiden anderen Gehirn-Abtheilungen entspricht bekanntlich die zweite den Vierhügeln und der nächsten Umgegend, die dritte der *Medulla oblongata* und dem kleinen Gehirn.

Bei den niederen Wirbelthieren entwickeln sich, soweit meine Beobachtungen reichen, keine Grofshirn-Zellen von der ersten Gehirn-Abtheilung, daher dürfte bei den Vergleichungen mit dem Gehirne der höheren Wirbelthiere die obere, bezeichnete Partie der Hemisphären nicht in Betracht gezogen werden.

Ganz ähnlich, doch früher und nicht mit so eigenthümlicher übermächtiger Ausbildung, wie die Grofshirn-Zellen, entstehen die Bläschen für die höheren Sinne durch Wucherung der Gehirnhälften nach aufsen. Vorn, zur Seite der ersten Gehirn-Abtheilung, zeigen sich die Augen, etwas später auf der Grenze zwischen der zweiten und dritten die Gehör-Bläschen. Zuletzt endlich markiren sich vorn und unten an der ersten Gehirn-Abtheilung die Bläschen für den Geruchsinn. Interessant ist es, zu bemerken, wie bei den höheren Wirbelthieren sämmtliche höhere Sinne, sowie auch die Grofshirn-Zellen, erst nach der Vereinigung der Urhälften des Gehirnes sich hervorbilden, während bei den niederen das Auge und das Gehör-Labyrinth schon sehr frühe, vor der Vereinigung der Anlagen, vorzufinden sind, und nur das Geruch-Labyrinth sich nach derselben entwickelt. (Tab. III. Fig. 5.)

Der Ausdehnung nach nimmt das Gehirn gegenwärtig ungefähr den dritten Theil der ganzen Länge des Central-Nervensystems ein. Das Wachsthum des Gehirns nach vorn fängt schon an, sehr bemerkbar zu werden; namentlich ist die Stirnwand in Folge dessen ziemlich stark hervorgewölbt. Fast die ganze erste Gehirn-Abtheilung hat den abgeschnürten Kopftheil der *Membrana intermedia* schon überdeckt. Eine Krümmung jedoch nach unten ist noch nicht erfolgt.

Die genannten Veränderungen in den Formen des Central-Nervensystems sind von einer gleichzeitigen Entwickelung der ursprünglichen Zellen in der Anlage begleitet. Diese bilden sich sämmtlich zu Mutterzellen aus, und während der kuglige Nahrungsinhalt verzehrt wird, kommen kleine, höchst zierliche junge Zellen zum Vorschein, deren gelblicher Kern sich deutlich markirt, und die im Innern feine Körnchen wahrnehmen lassen.

Die Wirbelsaite.

Die Wirbelsaite verläuft als stützendes Gebilde der Doppel-Anlagen in der mittleren Längen-Axe des Embryo zwischen dem Central-Nervensystem und der *Membrana intermedia*, welche nun schon Wirbel- und Hautsystem abgesondert hat. Sie tritt gegenwärtig, wo die übrigen Theile mehr durchsichtig sind, durch ihre weifsliche Färbung, in Folge der kompakteren Zellen-Anhäufung, sehr deutlich hervor. Nur an dem hinteren Ende des Embryo, wo wegen der künftigen Schwanzbildung die Zellenmasse sich gleichfalls stark ansammelt, scheint sie sich zu verlieren, wird aber nur aus dem angegebenen Grunde weniger unterscheidbar. An dem vorderen Ende hat bereits der

Verkümmerungsprozefs begonnen, und v. Bär hat sich wahrscheinlich dadurch verleiten lassen, ein Wachsthum des Wirbelsystems nach vorn über die Wirbelsaite hinaus anzunehmen. Es ist jedoch die Metamorphose der *Chorda dorsalis* beim Hühnchen nicht so deutlich zu verfolgen, als beim Frosch; daher wir in dieser Beziehung mehr auf die Bildungsgeschichte des letzteren verweisen müssen. Auch in der Wirbelsaite haben sich die ursprünglichen Zellen der Anlagen sämmtlich zu Mutterzellen entwickelt, deren junge Generation sich wieder durch die Feinheit auszeichnet.

Da die ferneren Doppel-Gebilde sämmtlich von der *Membrana intermedia* ausgehen, so tritt die Wirbelsaite in die innigste Beziehung zu der letzteren, wie wir dieses aus dem Folgenden ersehen werden.

Die *Membrana intermedia.*

Die mittlere Membran hat ihre Lage zwischen den Urhälften des Central-Nervensystems, welche von ihr gleichsam getragen werden, und zwischen der Schleimhaut, der sie mit der scheibenförmig sich ausdehnenden, unteren Fläche zur Ausbreitung dient. In ihrer Längen-Axe befindet sich die Wirbelsaite, so zwar, dafs die dadurch abgetheilten Partieen unterhalb noch durch eine feinere Verbindungs-Membran zusammengehalten werden. (Tab. IV. Fig. 1. u. Tab. V. Fig. 3. etc.) Die *Membrana intermedia* ist aber gröfser, als die genannten Central-Organe und die Wirbelsaite. Sie reicht daher mit ihrem äufsersten ringförmigen Theile über das Areal der erwähnten Anlagen hinaus, ist daselbst oberhalb von der Umhüllungshaut bedeckt, sieht mit ihrer unteren Fläche frei nach dem Dotter hin, und wird hier sogar von einer Schicht des letzteren überzogen. Diese äufserste, ringförmige Partie nenne ich den peripherischen Theil der *Membrana intermedia* und stelle ihr den centralen entgegen, welcher zum Embryo, vorläufig nur durch die bezeichnete Lagerung zwischen den Central-Organen, in nächster Beziehung steht. An dem centralen Theile müssen wir nun noch zwei Abtheilungen unterscheiden, vorn den Kopftheil, welcher zur Anlage der Kopf-Visceralhöle sammt den darin befindlichen Eingeweiden abgeschnürt ist, und eine flache Höle oder Grube bildet, ferner nach hinten die Bauch-Abtheilung, welche scheibenförmig in früher beschriebener Weise von dem Kopftheile ausgeht und in den peripherischen Theil der mittleren Membran sich fortsetzt. (Tab. III. Fig. 2. 6. etc.) An dieser Bauch-Abtheilung hat die Anlage der Schleimhaut ihre Ausbreitung erhalten,

und wird an dem Eingange zum abgeschnürten Kopftheile durch eine geräumige Oeffnung (Gegend der *Cardia*) durchbrochen.

Wie in dem Central-Nervensystem und in der Wirbelsaite, so bilden sich die ursprünglichen Zellen der Anlagen auch in der *Membrana intermedia* zu Mutterzellen aus, und entwickeln auf Kosten des kleinkugligen Nahrungsinhaltes die, durch ihre Zierlichkeit und Feinheit sich auszeichnende junge Generation. Dabei nimmt sie sowohl an Dicke als an Ausdehnung zu, und letztere wird durch das Heraustreten von Zellen der Dotterhöle mit kleinkugligem Inhalte an dem äufseren Rande aufserdem noch erweitert. Auf diese Weise wird der Gegensatz zwischen Peripherie und Centrum um so auffallender. (Tab. IV. Fig. 2. 5.)

Hatte nun schon die *Membrana intermedia* bei der ersten Anlegung des Embryo, sowohl durch die Lage als durch die Bildung des noch mehr grubenförmigen Kopftheiles für die Visceralröhre sammt den dazu gehörenden Eingeweiden, sich als ein vermittelndes Glied zwischen den beiden Central-Organen des thierischen Lebens an sich und in ihrer Beziehung zum Dotter offenbart; so ist es auch jetzt wieder ihre Sache, bei den ferneren Entwickelungs-Vorgängen die Bedeutung zu rechtfertigen, welche wir von vorn herein im Allgemeinen angegeben haben. In dieser Beziehung läfst sich die vermittelnde Wirksamkeit der *Membrana intermedia* nach zwei Richtungen hin betrachten:

a. als das vermittelnde Glied bei der ferneren Entwickelung des Embryo aus dem Dotter; dieser Funktion entspricht vorzugsweise der peripherische Theil;

b. als vermittelndes Glied bei der weiteren Ausbildung des Embryo als eines gemeinschäftlichen thierischen Zellen-Organismus für ein geschlechtliches Leben; für diese Richtung ihrer Wirksamkeit ist das Centrum bestimmt.

Durch das ganze Entwickelungsleben des Hühnchens kann auf die bezeichnete Weise die *Membrana intermedia* verfolgt werden, wenn auch die Art, wie die Vermittelung geschieht, späterhin Modifikationen erleidet. Doch ist hierbei niemals zu vergessen, dafs nach unserem Prinzipe Embryo und Dotter stets als ein innig zusammenhangendes Ganze, über welches sich die schützende Umhüllungshaut gemeinschaftlich ausbreitet, angesehen werden müssen, und dafs auch der peripherische Theil und das Centrum nur Abtheilungen der ganzen *Membrana intermedia* vorstellen.

a. Die *Membrana intermedia* in ihrem vermittelnden Verhalten bei der ferneren Entwickelung des Embryo aus dem Dotter (Rinden-Schicht).

Der Dotter hat die Anlagen des Embryo vollendet, und zwar in solcher Art, dafs die weitere Hervorbildung derselben aus ihm fortgeführt werden kann. Das vermittelnde Glied sehen wir in der *Membrana intermedia*. Dieselbe hatte in ihrem Centrum dadurch, dafs sie den abgeschnürten Kopftheil der sich vom Keimhügel absondernden Schleimhaut-Anlage entzog, und letztere auf die noch unausgebildete Bauch-Abtheilung beschränkte, schon früher die genannte Eigenschaft bewährt. Gegenwärtig hat sie dafür ihren peripherischen Theil entwickelt, welcher als eine unmittelbare Fortsetzung des Centrum der Bauch-Abtheilung angesehen werden mufs.

Dieser peripherische Theil der *Membrana intermedia* erweitert sich nun, anfangs durch das Hinzutreten von Zellen der Dotterhöle mit kleinkugligem Nahrungsinhalte, später durch Wachsthum der eignen Substanz, unter der Umhüllungshaut über dem Dotter hinweg, mit dem fortwährenden Streben allmählig, doch nicht so schnell wie die Umhüllungshaut, die Dotterkugel zu umwachsen. Bei diesem Bildungsvorgange empfängt er an seiner unteren Fläche diejenigen Dotterzellen der Höle, welche unmittelbar für die weitere Hervorbildung des Embryo bestimmt sind. Ganz am Anfange schienen mir die ersten Dotterzellen von unten heranzutreten: nachher aber werden dieselben durch die Umhüllungshaut übergehen. Diese nämlich erhält bei ihrer Ausdehnung zwischen Dotterhaut und Dotterkugel fortwährend eine Schicht Dotterzellen der Höle, welche sich an ihre untere Fläche anlagern. Wenn nun der peripherische Theil der *Membrana intermedia* sich erweitert, so drängt er sich zwischen die Umhüllungshaut und die Dotterzellen-Schicht, und letztere gelangt an seine untere Fläche.

Auf diese Weise treten nach und nach fast sämmtliche Zellen der Dotterhöle in den Kreis der embryonischen Entwickelung. Sie formiren eine mehr oder weniger ausgebreitete Rinden-Schicht von Dotterzellen, welche zu äufserst, gleichsam mit ihrer Peripherie, an die Umhüllungshaut, und nach innen in der *Area vasculosa*, mit ihrem Centrum, an den peripherischen Theil der *Membrana intermedia* sich angelagert haben; an der inneren Grenze des Gefäfshofes reihen sie sich unmittelbar an die Zellen der Schleimhaut-Anlage an. (Tab. V. Fig. 2. Tab. IV. Fig. 2.) Der peripherische Theil und das Centrum der Kortikal-Schicht der Dotterzellen bilden demnach mit der Anlage der Schleimhaut ein kontinuirliches Ganzes, und diese letztere Eigenthümlichkeit

hat Veranlassung gegeben, dieselben in der bezeichneten Ausdehnung unter einen Begriff, das frühere Schleimblatt, zu bringen. Es ist aber ein solcher Unterschied zwischen ihr und der Schleimhaut, wie zwischen Dotter und Embryo überhaupt. Der innige Zusammenhang beruht nur darauf, dafs die Kortikal-Schicht der Dotterzellen auch die Zellen für die gefäfslose Entwickelung der Schleimhaut-Anlage mit sich führt.

In dem peripherischen Theile der Rindenschicht der Dotterzellen finden wir nun die Zellen der Dotterhöle in einfacher Form und in den verschiedenen Metamorphosen und deren Uebergangsstufen, welche wir bei der allgemeinen Betrachtung des Dotters angegeben haben.

Je mehr wir uns dem Gefäfshofe nähern, um so weiter sehen wir an den meisten Dotterzellen der Höle die Entwickelungs-Metamorphosen vorgeschritten. Mehrere Linien vor der *Area vasculosa* markirt sich eine ringförmige Partie der Kortikal-Zellenschicht durch eine gröfsere Undurchsichtigkeit und mehr weifslich-gelbe Färbung: es ist gewissermafsen der Vorbereitungs-Kreis behufs der Thätigkeit für den Gefäfshof. Man sieht hier selten die einfachen Zellen der Dotterhöle, dagegen sehr viele mit feinkörnigem Inhalte angefüllt, deren allgemeines Ansehen aber nicht mehr so gleichmäfsig undurchsichtig erscheint, sondern durch etwas dunklere Stellen fleckig zu werden beginnt. Zuweilen zeigen sich ganz durchsichtige Zellen ohne deutlichen Kern und innerhalb der Höle freier dastehende Körnchen mit lebhafter Molekular-Bewegung: sie sind gemeinhin von kleinerem Umfange. Auch scheinen sich deren Körnchen stark zu vermehren, die Durchsichtigkeit der Zelle nimmt dann in gleichem Maafse ab: sie wird zuletzt undurchsichtig gelblich und von ganz ähnlichem Ansehen, wie die Zellen der Dotterhöle, deren feinkörniger Inhalt sich durch Niederschlag auf den Kern entwickelt. Sie läfst aber auch noch in diesem Zustande die lebhafte Molekular-Bewegung der Körnchen erkennen. Aufserdem gewahrt man zahlreiche Zellen mit kleineren und gröfseren Nahrungs-Kügelchen in verschiedenen Abstufungen vollgefüllt. Auch in diesen, sonst mehr durchscheinend und weifslich aussehenden Zellen der Dotterhöle markiren sich zuweilen gelbliche, wie durch feinkörnige Bildung hervorgerufene Flecke.

Zerquetscht man diese Zellen des Vorbereitungs-Kreises, so beobachtet man unter dem frei gewordenen kugligen Nahrungs-Inhalte kleine granulirte Kügelchen (Kerne) und auch wieder etwas gröfsere Kugeln von dunkel gelblichem Ansehen und wie mit Körnchen gefüllt, an welchen jedoch gröfsten-

theils eine doppelte Kontur, die des Kernes und der Zellen-Membran, unterschieden werden kann. (Tab. I. Fig. 12. c.) Es sind also junge Zellen feinerer Art und denen in den Mutterzellen der embryonischen Gebilde entwickelten ähnlich, nur von einem etwas dunkleren gelblichen Ansehen. Namentlich in der Nähe des zerdrückten Inhaltes der feinkörnigen Zellen der Dotterhöle sind diese neuen Produktionen zu entdecken. Es hat sich demnach im Vorbereitungskreise ein Theil der Zellen der Dotterhöle zu Mutterzellen heraufgebildet, und das fleckige Ansehen ist uns die äufsere Andeutung von dem vor sich gehenden Prozesse.

In der Fortsetzung, dem Centrum der Kortikal-Zellenschicht, welche sich in der *Area vasculosa* an der unteren Fläche des peripherischen Theiles der *Membrana intermedia* befindet, nimmt die Entwickelung junger Zellen in genannter Weise vollends Ueberhand. Das allgemeine Ansehen der ganzen Zone wird völlig undurchsichtig und von intensiver weifs-gelblicher Färbung. Unter dem Mikroskope erscheint ein Stückchen dieser Dotterschicht ganz dunkel, doch mit einem gelblichen Anstrich besonders in der, dem durchsichtigen Hofe zugewendeten Hälfte. Die Mutterzellen, in welche sich auch hier mehr die, mit feinkörnigem Inhalt gefüllten Dotterzellen der Höle verwandeln, zeigen je nach der Gröfse zahlreichere dunkle Flecke. Doch ist man nicht im Stande, ohne Zerquetschung der Zellen-Membran die junge Brut deutlich zu erkennen; die allgemeine Dunkelheit verhindert dieses. In den Zellen mit kugligem Inhalte markiren sich gelbliche, feinkörnige Niederschläge, wie mir scheint, in der Gegend, wo der nicht erkennbare Kern sich befindet. (Tab. I. Fig. 13. c.) Auch die kleineren und gröfseren Kugeln des Inhaltes sehen jetzt mehr einem gelblichen Fetttropfen ähnlich. Ob sich in diesen Zellen schon in der *Area vasculosa* junge Generation entwickelt, vermag ich nicht mit Bestimmtheit anzugeben. Aber die Zellen mit feinkörnigem Inhalt und sichtbarer Molekular-Bewegung lassen gleichfalls nach dem Zerquetschen junge Zellen-Bildung in ihrer Nähe wahrnehmen. Seltener trifft man in der *Area vasculosa* auf einfache Zellen der Dotterhöle.

Auf dem Uebergange zur *Area pellucida* wird der centrale Theil der Kortikal-Schicht des Dotters im Aussehen lichter, und man findet hier nur die Zellen mit kugligem Inhalt wieder, welche an die Anlage der Schleimhaut-Zellen herantreten. Die gröfsere Zunahme an Durchsichtigkeit beruht auf dem allmähligen Hinschwinden des kugligen Inhaltes, worauf wir bei der Entwikkelung der Schleimhaut-Anlage selbst zurückkommen.

Wie der feinkörnige Inhalt in den Zellen der Dotterhöle bei der Erzeugung junger Generation in der Kortikal-Schicht sich verhält, ob nämlich die jungen Zellen etwa durch Aggregation der feinen Körnchen entstehen, das wird wohl durch unmittelbare Beobachtung schwerlich ermittelt werden können. Doch ist zu erwähnen, dafs das ähnliche Aussehen der jungen Generation mit dem feinkörnigen Inhalte für diese Deutung spräche. Nur sind die Körnchen an den Kernen und den, in der Entwickelung begriffenen Zellen nicht so ausgeprägt; es ist mehr, wie man zu sagen pflegt, ein granulirtes Ansehen.

Die Zellen der Rinden-Schicht des Dotters liegen mehrfach übereinander, gewöhnlich ohne sich gegenseitig abzuplatten, und die Konturen werden bei der Ansicht von oben durch das genannte Verhalten einer genauen Unterscheidung gröfstentheils entzogen. Oefters glaubt man denn freie Kügelchen wie in einer Intercellularsubstanz gelagert wahrzunehmen, deren auch Schwann wirklich erwähnt. Man kann sich aber auf das Genaueste davon überzeugen, dafs solche freistehende Kügelchen nicht existiren. Faltet man nämlich ein Stück von der Kortikal-Schicht aus dem Vorbereitungskreise, wo die Abtrennung derselben wegen der Abwesenheit von Gefäfsbildung, nach kurzem Verweilen der Umhüllungshaut im schwachen Salzwasser, am leichtesten ohne zerstörende Eingriffe gelingt, und betrachtet nun die Kontur des Randes einer Falte unter dem Mikroskop, so überzeugt man sich, dafs alle jene Kügelchen innerhalb der Zellenhöle gelagert sind. Die gröfseren und kleineren Zellen der Dotterhöle, mit Kugelabschnitten hervorragend, grenzen überall dicht an einander; es sind weder freie Kügelchen irgendwo zu bemerken, noch ist eine Intercellular-Substanz von Bedeutung bei einer solchen Berührung der Zellen untereinander denkbar: zu dem Aufbau eines gemeinschaftlichen thierischen Zellen-Organismus werden auch wirklich allein nur Zellen gebraucht. Anders ist es, wenn die Kortikal-Schicht zu lange den äufseren Eindrücken ausgesetzt oder zu rauh behandelt worden. Hier sind alsdann die Zellen-Membranen theilweise zerstört, und, obgleich man eine scheinbar unveränderte Membran loszulösen glaubt, so gewahrt man am Rande der Falte viele freie Kügelchen neben den noch erhaltenen Zellen; es ist der freigewordene Inhalt der zerstörten. Aufser den genannten Zellen der Dotterhöle treffen wir in der Kortikal-Schicht an einzelnen Stellen noch jene durchsichtigen Fettzellen, welche, wie wir dieses bei der Beschreibung des Dotters erwähnt

haben, durch eine rückgängige Metamorphose der einfachen Zellen der Dotterhöle entstehen.

Es scheinen nicht alle Zellen der Dotterhöle zur Bildung der Kortikal-Schicht verbraucht zu werden, da man nach Vollendung der letzteren im Dotter noch Ueberbleibsel vorfindet. Diese fallen alsdann mit den übrig gebliebenen Zellen der Dottersubstanz, indem sie gemeinhin zu Fettzellen sich entwickeln, in die Kategorie jenes Nahrungs-Inhaltes einfacher Mutter-Zellen, auf dessen Kosten die junge Zellen-Generation ihre Ausbildung vollendet; in der Eizelle wird der Embryo durch jene Fettzellen zum vollständigen Hühnchen entwickelt.

Alle Zellen dagegen, welche sich in der Kortikal-Schicht befinden, gelangen nach der beschriebenen Vorbereitung durch die allmählige Erweiterung des peripherischen Theiles der *Membrana intermedia* an die untere Fläche desselben und in den Kreis des embryonischen Lebens. Hier, in der *Area vasculosa*, geschieht ihre Vertheilung an die Gebilde des Embryo auf zweifache Weise. Die Mutterzellen, welche, wie wir schon erwähnten, hier verschwinden, geben ihre junge Generation als Blutzellen an das Blut ab, und dienen auf diese Art zur Entwickelung aller wesentlichen Theile des Thieres, die mit Blutgefäfsen versehen sind. Die übrigen Zellen mit kugligem Inhalt, an welchen die Erzeugung junger Zellen in der *Area vasculosa* weniger zu bemerken ist, kommen allmählig in die *Area pellucida* an, und werden zur Erweiterung und Ausbildung des Central-Organes des vegetativen Lebens, der Schleimhaut, verwendet. Auf beide Entwickelungs-Vorgänge kommen wir bei der Anlegung des Blutsystems und bei der Schleimhaut zurück.

Die Wirksamkeit der Kortikal-Dotterschicht in der *Area vasculosa* läfst sich in Bezug auf die Entwickelung des Embryo vollkommen mit dem Keimhügel vergleichen. Die Unterschiede beruhen nur auf dem verschiedenen Verhältnifs des Dotters zu dem sich entwickelnden Embryo. Der Keimhügel ist mit disponiblen Zellen des Dotters eingerichtet für die schichtweise Ablagerung der ersten Anlagen des Thieres ohne Blut-Vermittelung, und aus dem Dotterkanale erhält er den Ersatz. Die Dotterschicht in der *Area vasculosa* hat mit ihren disponiblen Zellen eine Lage und Einrichtung, dafs sie die weitere Entwickelung der Anlagen des Embryo durch Blutzellen-Bildung und Darreichung von Dotter-Zellen für die gefäfslose Schleimhaut fortführen kann, und der Vorbereitungskreis der Rinden-Schicht gewährt die nöthige Unterstützung. In der letzten Periode des Entwickelungs-

lebens, wo der Dotter nur noch durch seine Fettzellen die Ausbildung des Embryo für das entwickelte Thier übernimmt, wann die Schleimhaut vollendet dasteht, in der Leber die Blutzellen-Bildung beginnt, modifizirt sich auch die Funktion der noch übrig gebliebenen Dotterschicht der *Area vasculosa*. Es entwickeln sich dann die bekannten Gefäfsschlingen (*Vasa lutea*), welche, von der Rindenschicht der Dotterzellen theilweise bedeckt, sich in den freien Dotter einsenken, den fetthaltigen Nahrungsstoff assimiliren und ihn dem Blute mittheilen. Es ist sehr wahrscheinlich, dafs dieser Mittheilungsprozefs auch schon vorher neben der Blutbildung und neben der Uebergabe von Dotterzellen an die Schleimhaut-Anlage in der *Area vasculosa* statthnde, da letztere in der Kortikal-Schicht Zellen, mit Nahrungs-Inhalt versehen, hinlänglich mit sich führt, schroffe Gegensätze in der Natur vermieden werden, und weil es überhaupt als Gesetz angesehen werden darf, dafs Zellen (hier die Blutzellen), wenn sie mit homogenem Nahrungsstoff auf geeignete Weise in Berührung kommen, auch denselben assimiliren, im Falle sie ihn nöthig haben. Eine solche passende Berührung zwischen Blut und Dotterzellen kann aber in dem Gefäfshofe nachgewiesen werden.

Das vermittelnde Verhältnifs des peripherischen Theiles der *Membrana intermedia* zwischen Dotter und Embryo läfst sich demnach auf folgende Punkte zurückführen.

In Bezug auf den Dotter bringt der peripherische Theil der mittleren Membran durch allmählige Erweiterung die ganze Rindenschicht des Dotters unter seine untere Fläche in den Kreis des embryonischen Lebens. Ist dieses nun geschehen, so umhüllt er als Nabelblase den Rest des Dotters, welcher vorzugsweise aus den Zellen der Dottersubstanz besteht, durch deren Mitwirkung alsdann das Bildungsleben des Hühnchens vollendet wird. In Rücksicht auf den Embryo gewährt der peripherische Theil der *Membrana intermedia* das Mittel, wodurch derselbe das zu seiner Entwickelung im Fruchthofe nöthige Material erhält. Durch die Blutgefäfse des peripherischen Theiles werden ihm Blutzellen und Nahrungsstoff, später in der Nabelblase nur letzteres hinzugeführt; dadurch ferner, dafs die Rindenschicht des Dotters eine kontinuirliche Verbindung mit der Schleimhaut erlangt, werden der gefäfslosen Schleimhaut zur eigenen Vergröfserung Dotterzellen der Höle mit kugligem Nahrungsinhalte verabreicht.

Der peripherische Theil der *Membrana intermedia* ist vorzugsweise für das Wechsel-Verhältnifs des Embryo und des Dotters bestimmt, und hiernach

richtet sich auch ihre Bedeutsamkeit. So lange der Embryo nur einen kleinen Bezirk im Dotter beherrscht, steht auch sie noch zurück; der Dotter waltet vor. Je mehr sich aber der Embryo entwickelt, um so weiter wird der Wirkungskreis des peripherischen Theiles der mittleren Membran (*Area vasculosa*), bis ersterer endlich, selbstständiger werdend, sogar den Dotter zurückdrängt, und so auch das vermittelnde Glied in den Hintergrund tritt.

Hat nun gleichwohl die *Membrana intermedia* den peripherischen Theil so eigentlich für das Wechsel-Verhältnifs zwischen Embryo und Dotter hervorgebildet, so werden ihr dennoch im Verlaufe der Entwickelung auch noch andere Funktionen übertragen, welche sich auf das Leben des Embryo allein beziehen. Wir erinnern vorläufig daran, dafs in der *Area vasculosa* durch eine geraume Zeit die Athmung vor sich geht.

Durch das Erscheinen der *Membrana intermedia* und dessen peripherischen Theiles wird die Bedingung zu einem besonderen Hervortreten der sogenannten Höfe, *Areae*, gegeben. Letztere fehlen nicht gänzlich im niederen Wirbelthier-Reich: man kann vielmehr auch hier an der Oberfläche der Dotterkugel in früher Zeit zwei sich abzeichnende Gegenden wahrnehmen. Die eine von ovaler Form (Tab. II. Fig. 1. 2.) unterscheidet sich durch ihre hellere Färbung und ist der Fruchthof, wo die ersten Anlagen des animalen Systems über dem Keimhügel sich markiren; die andere bezeichnet die übrige Oberfläche der Dotterkugel und entspricht dem Dotterhofe, wo noch keine embryonische Bildungen den Dotter verdrängt haben. Die Umhüllungshaut, welche für den zum Embryo sich entwickelnden Dotter bestimmt ist, breitet sich schützend über beide Höfe aus. Sobald die Anlagen des animalen Systems die Dotterkugel umwachsen haben, schwindet die Bedeutung der Höfe. Letztere sind also dadurch bedingt, dafs der Dotter noch mehr selbstständig dem Embryo entgegensteht und an der Oberfläche der Dotterkugel frei zum Vorschein kommt. Er ist hier nur von der Umhüllungshaut, welche er sich zur Schutzhülle entwickelte, überzogen.

Beim Hühnchen hat der Dotter eine höhere Bedeutung: die Entwickelung des Embryo aus ihm wird durch die *Membrana intermedia* vermittelt: es markiren sich an der Oberfläche der Dotterkugel nicht allein die Anlagen des Embryo und der Dotter, sondern auch derjenige Theil, in welchem das Wechsel-Verhältnifs beider nach der ersten Anlegung des Embryo unterhalten wird, die *Area vasculosa*. Es finden sich also bei den höheren Wirbelthieren drei Höfe (Tab. III. Fig. 2.), welche bekanntlich auf die Ausdehnung der

angeblichen drei Blätter der Keimhaut bisher zurückgeführt wurden. Wir betrachten sie nach der angedeuteten Weise in dem Verhältnifs des sich entwickelnden Dotters zum Embryo. Demgemäfs bezeichnet der Dotterhof die Zone an der Oberfläche der Dotterkugel, welche, am entferntesten vom Embryo gelegen, dem peripherischen Theile der Rindenschicht des Dotters, welche erst in den embryonischen Wirkungskreis treten soll, allein angehört. Die Umhüllungshaut, welche der Dotter bildet, indem er sich zum Embryo entwickeln will, breitet sich schützend auch über diesen Theil der Rindenschicht des Dotters aus. Der Gefäfshof entspricht der Gegend, welche zunächst nach der Mitte hin an den Dotterhof angrenzt, und wo der Dotter den Embryo gegenwärtig entwickelt. Es befindet sich hier das Centrum der Rindenschicht des Dotters (Keimhügel), und von Seiten des Embryo das seine Entwickelung aus dem Dotter vermittelnde Glied, der peripherische Theil der *Membrana intermedia*; Dotter und Embryo liegen also im Gefäfshofe beisammen und im innigsten Wechsel-Verhältnifs. In der Mitte endlich, in dem Fruchthofe sehen wir die Stätte, wo der Dotter den Embryo schon abgelagert hat; sie ist für die Gebilde des Embryo, welcher sich für das Geschlechtsleben entwickelt, allein bestimmt. Insofern nun der Embryo, so lange er nicht selbstständig geworden, noch immer als aus dem Dotter sich entwickelnd zu betrachten ist, so dehnt sich auch die Umhüllungshaut, gleichmäfsig schützend, über die beiden letzten Zonen aus: sie umhüllt gleichsam als eine noch kreisrunde Scheibe mit dem äufsersten ringförmigen Theile die Zukunft (*Area vitelli*), mit der angrenzenden, ähnlich abgezeichneten Partie die Gegenwart (*Area vasculosa*), und mit ihrer Mitte die Vergangenheit (*Area pellucida*). Das Gröfsen-Verhältnifs der einzelnen Zonen verändert sich nach den Bildungsstufen des Embryo. Ist anfangs der Dotterhof überwiegend, so wird es, doch nur in der Ausbreitung der Fläche, der Gefäfshof; endlich siegt der Embryo mit seiner Selbstständigkeit über alle Höfe: er nimmt den Dotter in seinen Leib auf.

b. Die *Membrana intermedia* als vermittelndes Glied bei der ferneren Ausbildung des Embryo für ein geschlechtliches Leben.

Für die Vermittelung behufs einer Ausbildung der embryonischen Anlagen in Beziehung zum geschlechtlichen Leben ist das Centrum der *Membrana intermedia* bestimmt.

Nun ist es nicht abzuleugnen, dafs schon im entwickelten thierischen Organismus ein schichtweises Verhalten der einzelnen Systeme und Organe theils untereinander, theils nebeneinander nachgewiesen werden kann, obschon das Ineinandergreifen derselben für einen gemeinschaftlichen Zweck die Schichtbildung mehr oder weniger unkenntlich macht. Zu einer Zeit, wo das Thier noch weniger selbstständig, als vielmehr im Verhältnifs zum Dotter dasteht, also in dem Entwickelungsleben kann sich, namentlich zu Anfange, die schichtweise Lagerung der Systeme und Organe reiner und ungestörter offenbaren. Wir haben dieses Faktum auf eine höchst überraschende Weise an der Entwickelung des Frosches aus dem Dotter beobachten können. Bei den höheren Wirbelthieren wird nun zwar durch das Blutsystem, auf dessen Vermittelung die ganze Entwickelung aus dem Dotter gleichsam basirt, diese schichtweise und allmählige Absonderung der einzelnen Gebilde des Embryo theilweise einer so deutlichen Anschauung, wie beim Frosch, entzogen. Indessen war diese Entwickelungsweise beim Hühnchen in den ersten Anlagen des Embryo ganz deutlich wiederzufinden, so werden wir uns auch im Laufe der ferneren Ausbildung überzeugen können, dafs die, auf die Anordnung des gemeinschaftlichen, thierischen Zellen-Organismus sich begründende Schichtbildung wesentlich erhalten wird.

Wenn ich daher die Entwickelung des Centrums der *Membrana intermedia* anschaulich machen will, so mufs ich mich von vorn herein dahin aussprechen, dafs man sich vorstelle, als ob an der Stelle der *Membrana intermedia* zwischen dem Central-Nervensysteme und der Schleimhaut-Anlage der Dotter selbst sich befände. Und wie nun, beim Frosch, der Dotter von seiner Oberfläche schichtweise alle Gebilde ablagert, welche die Wirksamkeit der thierischen Central-Organe gleichsam in Ausführung bringen; ebenso entwickelt das Centrum der *Membrana intermedia* von seiner Oberfläche anfangs ohne, dann mit Hilfe des Blutsystems allmählig die assistirenden Systeme des animalen Central-Organes, dann das vermittelnde Blutsystem, und wird endlich, mehr und mehr nach unten und innen gedrängt, zu dem, das vegetative Central-Organ unterstützenden Darmhautsystem. Die Sonderung von der *Membrana intermedia* macht sich vorzugsweise in der Bauch-Abtheilung bemerkbar. Hier, wo das Central-Organ des vegetativen Lebens seine Ausbreitung erhalten hat, macht es den Gegensatz zu dem animalen Systeme während der ganzen Entwickelung in vollem Maafse geltend. Der Kopftheil der *Membrana intermedia* ist der direkten Einwirkung desselben entzogen, das prädomi-

nirende Central-Nervensystem zeigt sich hier als das Bestimmende, und die Kopf-Abtheilung des Darmhaut-Systems und der Athmungs-Apparat gehen hier in Eintracht mit den Hilfs-Systemen und Organen des animalen Lebens.

Die Entwickelungen des Centrums der *Membrana intermedia* ohne Blut-Vermittelung bestehen nun in der Anlegung des Hautsystems, der Urplatten des Wirbelsystems und in der Anlage des Blutsystems, wie dasselbe für das weitere Entwickelungsleben des Embryo nothwendig ist. Es bilden sich also auch Blutgefäfse zuerst in der *Membrana intermedia*, nicht, weil letztere einem Gefäfsblatte entspricht, sondern weil sie allen Hilfssystemen und auch dem Blutsysteme die Grundlage giebt, und als vermittelndes Glied bei der Entwickelung des Embryo Blutgefäfse bedarf.

Das Wirbel- und Haut-System.

Die Anlagen des Hautsystems und der Urplatten des Wirbelsystems markiren sich ziemlich gleichzeitig, wenn die Urhälften des Central-Nervensystems zur gegenseitigen Vereinigung sich zusammenziehen und zu erheben beginnen. Es haben sich dann die Urplatten des Wirbelsystems zu beiden Seiten der Wirbelsaite als membranartige Schichten von der *Membrana intermedia* abgesondert, und liegen in ihrer ganzen Ausdehnung von den Urhälften des Central-Nervensystemes vollkommen bedeckt, dem sie auch in der Länge und Breite entsprechen. Ihre Anwesenheit wird am sichersten an dem ersten Erscheinen zweier oder dreier Wirbel-Abtheilungen, die sich in der ungefähren Mitte ihrer Länge befinden, erkannt. (Tab. III. Fig. 3. Tab. IV. Fig. 2.) Wenn man um diese Zeit behutsam die Umhüllungshaut mit dem Central-Nervensystem entfernt, so lassen sich die Urplatten des Wirbelsystemes auch da, wo noch nicht Wirbel-Abtheilungen bemerkbar sind, von der Oberfläche der *Membrana intermedia* theilweise abnehmen. Durchschnitte geben die Trennungslinien, bei dem innigen und nothwendigen Zusammenhange mit der mittleren Membran, weder später genau, noch jetzt mit Sicherheit zu erkennen. Doch ist es in der That nicht schwer, sich zu überführen, dafs die Urhälften des Central-Nervensystems auch beim Hühnchen vollständig die sichtbaren Wirbel-Abtheilungen bedecken. Beide Urplatten des Wirbelsystemes sind durch die Wirbelsaite so getrennt, dafs noch ein kleiner Zwischenraum bemerkbar ist; an beiden Enden gehen sie ineinander über. Die Wirbel-Abtheilungen vermehren sich schnell, sind aber am Kopfende nicht zu unterscheiden, und auch am hinteren Ende werden sie erst später sichtbar.

Zu den Seiten der Urplatten des Wirbelsystems erscheinen nun auch die beiden Anlagen des Hautsystems auf der, an jene angrenzenden Oberfläche des Centrums der *Membrana intermedia*. (Tab. IV. Fig. 2.) Die Abtrennung derselben wollte mir jetzt nicht gelingen; aber das Vorhandensein wird durch die nun erfolgende Entwickelung der *Membrana reuniens superior* und *inferior* konstatirt. An der *Membrana intermedia* zeigt sich eine Verdikkung dieser Gegend namentlich deutlich an der Bauch-Abtheilung auf ihrem Uebergange zum peripherischen Theil. v. Bär hat diesen verdickten Theil für die Visceralplatten gehalten, indem er zugleich unsere Urplatten für die Rückenplatten des Wirbelsystems erklärte. Dieser verdickte Theil hat aber gegenwärtig keine kontinuirliche Verbindung mit unseren Urplatten des Wirbelsystems. Erst wenn letztere die Rücken- und später die Visceralplatten entwickeln, tritt das Hautsystem als schützende Decke und zur Assistenz derselben (durch die *Membranae reunientes*) auf. In dem Grade, als das Hautsystem sich ausbildet, verliert sich die Verdickung an der *Membrana intermedia*, und es markirt sich nun eine neue, dem Hervorwachsen der Visceralplatten entsprechend. Aber immer sind die neu entstandenen Gebilde von der *Membrana intermedia*, ihrer Mutter, nicht früher gut zu trennen, als bis sie wirklich selbstständig existiren können; wir müssen sie durch die allgemeinen Bildungsvorgänge, die man so klar und einfach aus der Entwickelung des Frosch-Embryo entnehmen konnte, deuten und anerkennen. Ueberdiefs sehen wir später, dafs die *Membrana intermedia*, nachdem das animale System vollständig angelegt ist, und besonders das Wirbelsystem am assistirenden Hautsysteme (*Amnion*) seine Unterstützung auch für die Visceralplatten findet: dafs sie dann an der Bauch-Abtheilung vor unseren Augen eine selbstständige Lostrennung ausführt, um die, vom animalen Systeme isolirter dastehenden Gebilde zu entwickeln. Hiernach mufs man sich überzeugen, dafs nicht immer und überall das schneidende Instrument entscheidet, dafs es vielmehr in der Entwickelungsweise der mittleren Membran begründet liegt, warum die Lostrennung ihrer Ablagerungen uns nicht immer gelingt.

Die Urplatten des Wirbel- und Hautsystemes entwickeln nun zunächst die Hülle für das Central-Nervensystem, das so früh schon in vollendeter Anlage vorhanden ist: es zeigen sich die Rückenplatten und die *Membrana reuniens superior*. Die Hüllen für die Eingeweide, namentlich die Visceralplatten, bilden sich später hervor, wenn der Zeitpunkt im Entwickelungsleben des Hühnchens gekommen ist, wo *Viscera* angelegt werden sollen. Darin finden wir

also einen Unterschied von der Bildungsweise des Frosch-Embryo, bei welchem der Dotter gleich anfangs wie ein unausgebildetes Eingeweide in die mit der Rückgratsröhre zugleich entstehende Visceralröhre aufgenommen wird; Rücken- und Visceralplatten, so wie die *Membranae reunientes*, gehen hier gleichzeitig aus ihren Anlagen hervor. Beim Embryo des Hühnchens ist gegenwärtig nur das im höheren Wirbelthier-Reich prädominirende Central-Nervensystem in seinen Anlagen vollendet. Indem nun die Urhälften desselben die äußeren Ränder zur gegenseitigen Vereinigung erheben, sehen wir das Hautsystem und die hervortretenden Rückenplatten ihnen nachfolgen. Sie akkommodiren sich hierin ganz dem Central-Nervensystem, und so wie dieses von vorn nach hinten allmählig die gegenseitige Vereinigung seiner Hälften vollführt, ebenso thun es die Rückenplatten und die *Membrana reuniens superior*. Daher sieht man um diese Zeit vorn die Rückenplatten schon entwickelt, während am hintersten Ende die Urplatten des Wirbelsystems noch unverändert unter dem Central-Nervensystem liegen; ebenso verhält sich die Anlage des Hautsystems. Ist die Vereinigung vollendet, so wird das Central-Nervensystem vollständig von dem Hautsystem umgeben, die Rückenplatten aber lassen einen Zwischenraum und vereinigen sich erst später. Unter dem Central-Nervensysteme liegt in der Mitte die *Chorda dorsalis* und zur Seite derselben die, in die Rückenplatten übergehenden Urplatten des Wirbelsystems. (Tab. IV. Fig. 2. 3.)

Die obere Wirbelröhre in der genannten Zusammensetzung hat, wie sein Eingeweide, gegenwärtig einen vollkommen graden Verlauf, welcher auch bei den niederen Wirbelthieren durch das ganze Leben verbleibt. Das Kopf-Ende zeichnet sich durch seine Weite aus, und nimmt ungefähr ein Drittheil der ganzen Länge des Embryo ein. Es entspricht nicht der Länge des angelegten Kopftheiles der *Membrana intermedia* für die korrespondirende untere Wirbelröhre, sondern es dehnt sich auch nach hinten über die, in die Dotterkugel ausgehende Bauch-Abtheilung aus. Erst im Laufe der Entwickelung erweitert sich der Kopf- und Halstheil der oberen Wirbelröhre mit dem entsprechenden Central-Nervensystem nach vorwärts, indem letzteres gleichzeitig die Anlage des Kopftheiles der *Membr. int.* hervorzieht und für sich gleichsam bearbeitet. Die obere Wirbelröhre zeigt sich also nicht allein in der Anlage, sondern auch in der weiteren Entwickelung durchaus mehr unabhängig von der unteren oder Visceralröhre; ja sie hat sogar einen entschiedenen Zusammenhang mit der Ausbildung des Kopftheiles der letzteren, wofür wir mehrere Beweise später anzuführen Gelegenheit nehmen werden. Bei den niederen

Wirbelthieren konnten wir dieses weniger, fast gar nicht bemerken, und der überwiegende Einflufs des Central-Nervensystems, namentlich die frühzeitige und vorherrschende Ausbildung des Gehirnes im höheren Wirbelthier-Organismus darf als entscheidendes Moment dieses abweichenden Verhältnisses angegeben werden.

Das Schwanz-Ende des Wirbelsystems bleibt dagegen zugleich mit dem hinteren Ende des Rückenmarkes noch in seiner Ausbildung zurück. (Tab. III. Fig. 5.) Die *Membrana intermedia* geht hier noch ganz ebenmäfsig in den peripherischen Theil über. v. Bär hat die Abschnürung am hinteren Ende viel zu früh angegeben; es hangt dieselbe von der Entwickelung des Hautsystems und der Visceralplatte am Bauche ab. Letzteres erfolgt nicht eher, als bis das *Amnion* (*Membrana reuniens inferior*) seine Platten und seine Schwanzscheide erhalten, und beinahe schon vollständig gebildet dasteht. Wenn alsdann die Visceralplatten angelegt sind, so kann auch der Schwanz als eine gemeinschaftliche Fortsetzung beider Wirbelröhren am Rumpf-Ende hervorwachsen. Vorher markirt sich das hintere Ende der oberen Wirbelröhre durch eine undurchsichtige, weifsliche Stelle von rundlicher Umgrenzung in dem Fruchthofe. Die Wirbelsaite, die Anlagen des Wirbelsystems, das Central-Nervensystem, das Hautsystem liegen hier auf der *Membrana intermedia* so zusammengedrängt, dafs man keinen Thril sondern oder irgendwie erkennen kann. Es ist die bezeichnete Stelle nur durch ihre Derbheit und Dicke, so wie durch die weifsliche Färbung, von dem engen Beisammenliegen so vieler Gebilde ausgezeichnet. An der unteren Fläche zeigt sie sich gleichfalls als eine unbedeutende Hervortreibung (Tab. V. Fig. 5.), welche, sobald die Ausbildung des Rumpf-Endes beginnt, die Schwanzscheide des Amnion hervorwächst, die Visceralplatten sich bilden, der Schwanz endlich sich entwickelt, also nach Entfaltung der Systeme dieser Gegend, ganz allmählig wieder verschwindet. Sowohl aus den Zeichnungen, als aus der Beschreibung geht hervor, dafs v. Bär dieses unentwickelte, auch nach unten etwas vortretende hintere Ende des Embryo, welches sonst ganz ebenmäfsig in die *Membrana intermedia* ausläuft, für die beginnende Bildung der Allantois gehalten hat. Später werde ich zeigen, dafs die Allantois in ganz anderer Weise ursprünglich nicht einfach, sondern als Doppel-Anlage und in innigem Zusammenhange mit den Wolff'schen Körpern sich entwickelt.

Das Blut-System.

Das Blut-System dient zur Vermittelung der gemeinschaftlichen Ernährung der Zellen des Thieres. Wir dürfen daher voraussetzen, dafs die Grundlage desselben, wie die aller Systeme des Thieres, in der Zone zu suchen ist, welche dem Embryo allein angehört, im Fruchthofe. Zur Ausführung einer solchen Ernährung sind zunächst erforderlich: ein gemeinschaftliches Ernährungs-Material, das Blut, ferner Receptacula für dasselbe, und endlich eine Kraft, durch welche das Blut an die Zellen des Organismus umhergeführt wird. Die erste Grundlegung dieser Erfordernisse geschieht nach meinen Untersuchungen durch das Herz und der unmittelbar anstofsenden Gefäfsstämme. Die Erweiterung des Blutsystemes zur ferneren Unterhaltung der Wirksamkeit desselben erfolgen nachträglich und in der Art, dafs sie zum Theil von der ersten Grundlage, von dem Central-Organe, abhängig werden. Wir werden zuerst die einzelnen Beobachtungen über die erste Anlage und die nächsten Erweiterungen des Blutsystems mittheilen, und dann die daraus gemachten Folgerungen beifügen.

Das Herz hat seine Bildungsstätte, ganz wie beim Frosch, in dem Theile der *Membrana intermedia*, welcher der unausgebildeten, vorderen Spitze des Dotters in der Bauchhöle der Froschlarve entspricht. (Tab. III. Fig. 4. c. und Tab. V. Fig. 4.) Meine Vorgänger, so wie ich selbst, haben uns in der ursprünglichen Lage des Herzens bei den höheren Wirbelthieren geirrt. Wir bestimmten früher die Lagerung des Herzschlauchs nach dem Gehirn und der entsprechenden, oberen Wirbelröhre, und die sich zeigenden Ortsveränderungen wurden nur auf das Herz mit seinen Gefäfsen bezogen. Das Herz aber mit seinen Aortenbogen steht still, und um dasselbe bewegt sich das Thier von hinten nach vorn bei der Entwickelung, fast wie um seinen Mittelpunkt. Zuerst erweitert sich vorzugsweise das Gehirn mit seinen Hüllen über dem Herzen nach vorn, dann entwickelt sich der Kopftheil der *Membrana intermedia* vor dem Herzen, der oberen Wirbelröhre gleichsam nachfolgend. Die Lage des Herzens mit den Aortenbogen zu den genannten Gebilden wird dadurch mannigfach verändert, oft so augenscheinlich und auffallend, dafs man sich kaum von dem Gedanken einer Bewegung desselben lossagen kann. Der Verfolg der Entwickelung wird zeigen, dafs dieses nicht der Fall ist, dafs die lokalen Veränderungen des Herzens nur behufs der eigenen Metamorphose an Ort und Stelle und in dem nach hinten sich ausdehnenden, freien Theile

desselben vor sich gehen. Die genaue Bestimmung der Lage des Herzens während des Entwickelungslebens des Hühnchens kann demgemäfs nicht nach der oberen Wirbelröhre und ihren Eingeweiden sich richten, sondern mufs mit Rücksicht auf die Visceralröhre, dem das Herz angehört, aufgenommen werden.

In der Mitte des hinteren Randes der Abschnürungsfalte für die Kopf-Abtheilung der *Membrana intermedia*, da wo letztere nach vorn als v. Bär'sche Kopfkappe in die, scheibenförmig sich ausbreitende Bauch-Abtheilung übergeht: also am mittleren, vorderen Ende desjenigen Theiles der *Membrana intermedia*, welcher für die Visceralhöle des Bauches und deren Eingeweide bestimmt ist, sehen wir die Anlage des Herzens, ungefähr in länglich runder Umgrenzung und durch weifsliche Färbung ausgezeichnet. Die Absonderung der Zellenmasse geschieht hier aber mehr nach innen in der Substanz der *Membrana intermedia*, deren Uebergang in die Kopfkappe nach aufsen hin also nicht beeinträchtigt wird. Nun erweitert sich die Anlage des Herzens nach hinten, nimmt dabei eine mehr längliche Form an, und man unterscheidet jetzt auch eine sie bedeckende Membran, welche nach vorn und seitlich mit der *Membrana intermedia* (Kopfkappe) zusammenhangt und mit ihr eine Herzhöle formirt. (Tab. V. Fig. 4.) Diese, das freie, hintere Ende des Herzens überziehende Membran entspricht dem fibrösen Theile des *Pericardium*; die seröse Haut ist nur eine gefäfslose Absonderung von ihr. Beim Frosch-Embryo ist in ähnlicher Weise hinter dem Ende des Herzens zwischen Kiemenbogenträger und der *Membrana reuniens inferior* eine membranöse Wand ausgespannt, welche den unbedeckt liegenden Theil des Herzens vor dem unentwickelten Dotter schützt. Die Art, wie die Anlage des Herzens sich nach hinten verlängert, läfst uns anfangs glauben, dafs die Abschnürung des Bauches schon vor sich gehe. Indessen hangt diese vorzugsweise von der Bildung der *Membrana reuniens inferior* und der Visceralplatten ab, die gegenwärtig noch nicht vorhanden sind. Die *Membrana intermedia* geht vor dem Herzen in die Kopfkappe über, und verläuft, da sie der Bauch-Abtheilung angehört, ebenmäfsig in die *Area vasculosa*. Sie ist etwas verdickt (v. Bär's Bauchplatten) von der Erweiterung des Hautsystemes für den künftigen Bauch des Thieres (*Membrana reuniens inferior*. Amnion).

Das Herz stellt jetzt einen länglichen Cylinder vor, von dessen beiden Enden zwei weifslich sich abzeichnende Schenkel abgehen. (Tab. III. Fig. 8.) Die vorderen befinden sich in den Seitenwänden des Kopftheiles der *Membrana intermedia*, und biegen sich daselbst nach vorn und oben gegen die

obere Wirbelröhre; sie sind die Anfänge für die ersten Aortenbogen. Die hinteren wenden sich gegen den freien Rand der Abschnürungs-Falte, und verlaufen an demselben nach aufsen in die *Area vasculosa* zum peripherischen Theile der *Membrana intermedia*; sie entsprechen dem in das Herz übergehenden Hauptstamme der Venen, welche das Blut aus der *Area vasculosa* dem Herzen zuführen. (*Vena omphalo-mesaraica.*) Diese vier Gefäfsstämme sind die einzigen, welche sich als Anlagen markiren. Sie sowohl als das Herz bestehen anfangs aus locker zusammenliegenden, feinen Zellen ohne Lücke oder Höle. Allmählig wird die äufsere Oberfläche fester, und es entwickeln sich die Wandungen, welche aber in den Gefäfsstämmen ohne Unterbrechung in die umliegende Substanz übergehen. Das Herz, welches eine wenig gebogene S-Form angenommen, beginnt nun im sehr langsamen Rhythmus seine Zusammenziehungen, um die in seinem Kanale befindlichen, locker zusammenliegenden feinen Zellen heraus und in den ersten Aortenbogen zu treiben; aus dem Innern der Haupt-Venenstämme strömen zunächst neue Zellen hinzu. So ist denn die Bildung der ersten Blutzellen mit der Anlage des Herzens und seiner vier Schenkel gegeben. Die ersten Blutzellen selbst aber unterscheiden sich gar nicht von den feinen Zellen aller übrigen Gewebe; sie sind vollkommen rund, mit deutlichem Kern von feinem granulirtem Ansehen und mit Kernkörperchen; in ihrer Zellenhöle sieht man feine Körnchen. Sie entstehen, wie die feineren jungen Zellen in allen ersten Anlagen des Embryo, aus den kleinkugligen Zellen des Dotters, ihren Mutterzellen, welche sich zuerst in dem Keimhügel angesammelt hatten. Wie aber alle feineren Zellen in den Systemen und Organen später ihre individuelle Entwickelung verfolgen, so thun dieses auch die Blutzellen.

Mehrere Naturforscher führen an, dafs das Blut ursprünglich ein flüssiger, körnerloser Stoff sei, die Blutzellen also sich erst später einfinden. Weder in der Anlage des Herzens, noch in der *Area vasculosa* habe ich ein derartiges Fluidum wahrnehmen können. Wo ich Theile des Embryo jetzt untersuchte, fand ich nur Zellen. Sobald in der Anlage des Herzens sich ein beweglicher Inhalt bemerkbar machte, wurde er unter das Mikroskop gebracht, und die Hauptmasse bestand aus Zellen. Man kann die vorliegenden Objekte anfangs gar nicht von den elementaren Bestandtheilen aus anderen Gebilden des Embryo unterscheiden, bevor dieselben eine differentere Metamorphose eingegangen sind. Mag auch ein Fluidum zwischen den Zellen des Blutes, so wie zwischen denen der übrigen Anlagen des Embryo gegenwärtig

existiren, was bei dem thätigen Leben der Zellen wohl leicht sich vorfindet; doch kann es um die jetzige Zeit nur von geringem Belange sein, da es so schwer wahrzunehmen ist. Das gemeinschaftliche Ernährungs-Material, das Blut, besteht also nach meinen Beobachtungen vorherrschend aus Blutzellen, und die Bildung des Blutes betrifft die seiner Zellen.

Nachdem die Kontraktionen des Herzens sichtbar geworden, kann man an Querdurchschnitten Lumina von Gefäfsbahnen erkennen, welche sich vorher durch kein Merkmal kundgegeben hatten. In den Seitenwänden des Kopftheiles der *Membrana intermedia* nahe der oberen Wirbelröhre sieht man zwei Lumina, die den Fortsetzungen der Aortenbogen entsprechen. Weiter nach hinten ist nur ein Lumen in der Mittellinie zwischen dem Wirbelsystem und der *Membrana intermedia* unter der *Chorda dorsalis*; dieses deutet den Verlauf der noch kurzen Aorta an. (Tab. V. Fig. 5. o.) Von dem hinteren, nicht genau begrenzten Ende der letzteren lassen sich seitwärts Lumina verfolgen, die nach dem Gefäfshof hinführen. Aufser den genannten Blutbahnen habe ich gegenwärtig im Fruchthofe keine andere mehr aufgefunden. Auch waren meine Bemühungen vergebens, unter dem Mikroskop feinere Gefäfs-Verzweigungen in der *Area pellucida* zu entdecken.

Während in der beschriebenen Weise die Basis des Blutsystems insgesammt mit Blutzellen (das Herz mit seinen Schenkeln) im Fruchthofe angelegt wird, sehen wir im peripherischen Theile der *Membrana intermedia*, welcher in der *Area vasculosa* sich ausbreitet, in den kleinkugligen Dotterzellen der Höle auf Kosten des Zellen-Inhaltes junge, feinere Generation sich entwickeln. Ich habe Stücke des peripherischen Theiles der *Membrana intermedia*, befreit von der anliegenden Dotterzellen-Schicht und der Umhüllungshaut, vor dem Erscheinen von Blutinseln bei 450facher Vergröfserung untersucht, und konnte nur die feinen Zellen gleichmäfsig, doch mehrfach nebeneinander liegend ohne irgend eine Intercellular-Substanz vorfinden. Wenn nun die Kontraktionen des Herzens bemerkbar werden, so zeigen sich bald darauf äufserlich die Blutinseln. Der peripherische Theil der *Membrana intermedia* läfst nun, unter dem Mikroskop beobachtet, eine ungleichmäfsige Anhäufung und Vertheilung der genannten Zellen wahrnehmen. Zwischen den dunkleren, unregelmäfsigeren Zellenmassen der Membran erscheinen lichtere Stellen, in denen die feinen Zellen einfach nebeneinander gelagert sind, und wie zur Ausbildung einer Haut ihre Zellen-Membranen etwas vergröfsert haben. Sind schon Gefäfsbahnen in der *Area vasculosa* von aufsen zu unterscheiden, so haben die

lichten Stellen des peripherischen Theiles der *Membrana intermedia* ein ganz helles, durchsichtiges Ansehen erhalten; man sieht einzelne Zellenkerne, doch die Konturen der Zellen-Membranen sind so verwaschen, dafs sie nicht mehr genau erkannt werden. Die dunkleren, unregelmäfsigen Zellenmassen aber erweisen sich jetzt unter dem Mikroskop als die, mit Blutzellen, angefüllten Blutbahnen (die Venen in der *Area vasculosa*), neben welchen auch noch einzelne, mehr isolirt dastehende Anhäufungen von Zellen, Blut-Inseln sichtbar werden. Die Gefäfswandungen der dickeren und dünneren Venenstämme markiren sich nur durch einen helleren Saum an der Blutmasse, ganz so, wie wenn man Kapillargefäfse im entwickelteren Thiere zu beobachten Gelegenheit hat. Um die jetzige Zeit sah ich in den feinsten Blutbahnen stets mehrere Blutzellen nebeneinander liegend. Die Venen in der *Area vasculosa* führen das Blut auf jeder Seite in ihren Hauptstamm und so zum Herzen.

Aufser den Venenstämmen befinden sich in der *Area vasculosa* noch andere Blutbahnen. Diese verlaufen zwischen dem peripherischen Theile der *Membrana intermedia* und der darunter liegenden Dotterschicht, so zwar, dafs sie gemeinhin auf ihren Wegen unter den Venenstämmen sich halten. *) Ihre Entstehung scheint der direkten Beobachtung entzogen zu sein. In ihrem gegenwärtigen Zustande sind die Wandungen zum gröfsten Theile von der Dotterschicht selbst gebildet, und nur von oben deckt der Venenstamm den Kanal, und giebt dem letzteren die Haltung. Diese Gefäfse sind es, welche an der unteren Fläche der *Area vasculosa* so stark hervortreten. Um sich von ihrer Anwesenheit zu überzeugen, mufs man namentlich da, wo die gröfseren Stämme liegen, Durchschnitte machen; dann erkennt man deutlich das Lumen des gewöhnlich blutleeren Gefäfses unter der entsprechenden Vene. Man könnte vielleicht glauben, dafs diese Hölung von irgend einer früheren Ausdehnung des Venenstammes selbst herrühre. Indessen bleibt das Lumen, auch wenn die Vene ganz voll von Blut ist; zuweilen findet man auch Blutgerinsel vor, und aufserdem ist der Uebergang des Hauptgefäfsstammes (*Arteria omphalo-mesaraica*) zum Fruchthofe in den End-Ast der Aorta ganz deutlich zu verfolgen. Hierbei sehen wir zugleich an Durchschnitten, wie der genannte Gefäfsstamm bei seinem Heraustreten aus der Dotterschicht nach und

*) Die Gefäfs-Verzweigungen, welche man in der *Area vasculosa* äufserlich sieht, sind zum gröfsten Theile Venen. Oftmals bemerkt man überall nur die gleichmäfsige Bewegung des Blutstromes nach dem Herzen hin. Es gehört zu den selteneren Fällen, dafs man freiliegende Arterien-Stämme gewahrt, in welchen das Blut stofsweise von dem Herzen fortgetrieben wird.

nach von einer festen Wandung umgeben wird. Die Bildung der Gefäfswand steigt gleichsam von oben, von der *Membrana intermedia*, herunter. Anfangs ist nur ein Drittheil des Lumens von festerer Masse, die übrige Wandung von der Dotterzellen-Schicht formirt, dann zeigt sich eine gleichmäfsige Vertheilung in der Formation, und endlich befindet sich das Gefäfs im Centrum der *Membrana intermedia* allein. Diese, gemeinhin unter den Venenstämmen sich haltenden Gefäfsbahnen stellen also, wie wir dieses schon angedeutet, die Dotter-Arterien vor.

Indem wir nun die einzelnen Beobachtungen übersehen, so glauben wir dieselben in folgender Art deuten und in Zusammenhang bringen zu müssen. Die erste Bildung des Blutsystems bezieht sich auf die Blutzellen, als gemeinschaftliches Ernährungs-Material, und auf die Blutbahnen, Blutgefäfse, als Receptacula für die Blutzellen. In dem Kreise der Blutbahnen lassen sich zwei Abtheilungen unterscheiden. Die eine hat isolirte Wandungen, durch deren rhythmische Kontraktionen die Kräfte zur Vertheilung der Blutzellen hervorgerufen werden; hierher gehört gegenwärtig nur das Herz. Die andere Abtheilung der Blutbahnen dient zur Wechselwirkung mit den Umgebungen. In diese Kategorie fallen um die jetzige Zeit alle bisher angeführten Blutgefäfse. Ihre Wände lassen sich weder durch das Messer, noch durch Mazeration von den umliegenden Substanzen trennen; sie gehen ununterbrochen in die Umgebung über. Doch haben die Wände insofern Selbstständigkeit, als ihre Zellen etwas dichter zusammenzuliegen scheinen und an den Entwikkelungen der Umgebungen keinen Antheil nehmen. Die ersten Blutzellen und die erste Blutbahn sehen wir in der Anlage des Herzens mit den, von seinem vorderen und hinteren Ende abgehenden Schenkeln. Letzteres bildet also das Central-Organ des ganzen Blutsystems, indem auch gleichzeitig durch die Ausbildung seiner Wände zu rhythmischen Bewegungen die zur Vertheilung des Blutes nothwendigen Kräfte gegeben sind.

Was nun die Bildung der übrigen Blutbahnen betrifft, damit ein *Circuitus sanguinis* entstehe, so müssen wir zunächst bemerken, dafs es uns auch beim Hühnchen nicht gelungen ist, die Entwickelung eines Kapillar-Gefäfsnetzes, wie Schwann es angiebt, irgendwo wahrzunehmen. Unsere Kenntnifs von der selbstständigen Blutgefäfsbildung beschränkt sich nur auf die, mit dem Herzen unmittelbar zusammenhangenden Hauptstämme. Schon die Aorta konnte ich als Anlage nicht bemerken, und die Art, wie sich bald ihre Endäste nach dem hinteren Ende des Embryo erweitern, spricht für die Abhän-

gigkeit ihrer Bildung von der Stofskraft des Herzens selbst. Auch v. Bär erwähnt dieses, und es dokumentirt sich dies Phänomen während der Entwikkelung des Embryo bei der allmähligen Entstehung der Arterien, durch die anfängliche Unbestimmtheit der Gefäfswandungen und durch deren allmählige Konsolidirung, oft ganz auffallend. Wenn man sich übrigens vorstellt, dafs man es mit einem Gewebe, aus runden, lose neben einander liegenden kleinen Zellen bestehend, zu thun hat, welche durch keine Zwischensubstanz, wie etwa durch einen Kitt, zusammengehalten werden, so bietet die Annahme der Blutbahn-Brechung der Arterien durch die Kraft des Herzstofses gegenwärtig in der That nichts Auffallendes dar.

Nachdem die Kontraktionen des Herzens sichtbar geworden, zeigen sich auch in dem Gefäfshofe zuerst Blut-Inseln, den Zellen-Anhäufungen im peripherischen Theile der *Membrana intermedia* entsprechend, und später die geregelten Blutbahnen der Venen. Man kann sich diese Erscheinungen nun so erklären, dafs die beschriebenen, mehrfach nebeneinander liegenden Zellen im peripherischen Theile der *Membrana intermedia* dem Zuge ihres leer gewordenen, mit dem Herzschlauche in unmittelbarer Verbindung stehenden Hauptstammes (*Vena omphalo-mesaraica*) allmählig nachzufolgen streben, und in Folge dessen sich unregelmäfsig zu Blut-Inseln anhäufen. Wenn nun das Herz die Blutzellen durch die Aortenbogen, durch die Aorta und durch die *Art. omphalo-mesaraica* zwischen die Dotterschicht und den peripherischen Theil der *Membrana intermedia* hineintreibt, und hier die Bahnen der Dotter-Arterien bei der eigenthümlichen Bildung derselben offenbar selbstständig brechen mufs; so werden die Blut-Inseln der Venen, indem sie sich mit den Blutbahnen der Arterien in Verbindung setzen, nach und nach in den geregelten Kreislauf hineingezogen und regelmäfsige Venenstämme gebildet. Es sind also die Kontraktionen des Herzens und die davon abhängige Entstehung einer *vis a tergo* die Momente, durch welche der *Circuitus sanguinis* bedingt wird. In der Brechung der Arterienbahnen äufsert sich die Stofskraft des Herzens unmittelbar, bei den Venen mittelbar und unterstützt durch die Neigung der Blutzellen, der *vis a tergo* zu folgen. Daher sieht man dann auch später in der *Area vasculosa*, wenn namentlich zuweilen ein Dotter-Arterienstamm unbedeckt von der Vene verläuft, dafs überall die ganze Blutmasse der Arterien nur dann sich fortbewegt, sobald das Herz sich zusammengezogen. Aufserordentlich deutlich ist dieses mit der einfachen Lupe zu unterscheiden, wenn der Embryo schon matt geworden, und der Rhythmus

der Kontraktionen des Herzens in einzelnen, langsameren Absätzen vor sich geht; in den Venen zieht dann immer noch die ganze Blutmasse gleichmäfsig zum Herzen hin. Die um die Blut-Inseln im peripherischen Theile der *Membrana intermedia* gelagerten Zellen verwandeln sich in das Gewebe der Membran selbst und zu den Wandungen vorzüglich der Dottervenen. Diese Wände markiren sich unter dem Mikroskop, wie die Kapillar-Gefäfsnetze der entwickelten Thiere, umschliefsen aber mehrfach nebeneinander liegende Blutzellen. Die Bahn der Dotter-Arterien wird zum gröfsten Theile von der Rindenschicht der Dotterzellen in der *Area vasculosa* gebildet. Sämmtliche Blutbahnen lassen sich hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Ernährung mit dem peripherischen Blutgefäfsnetz im ausgebildeten Thiere vergleichen; das Herz allein macht den Gegensatz, das Centrum. Eine festere, elastische und von den Umgebungen gesonderte Struktur fehlt allen Wandungen der Blutgefäfse. Wohin auch das Blut, von dem Herzen fortgetrieben, gelangt, überall kann Wechselwirkung mit der umliegenden Substanz stattfinden. Nehmen wir auf die gröfsere oder geringere Festigkeit und Abgeschlossenheit der Gefäfswandungen Rücksicht, so lassen sich drei Grade der Wechselwirkung des Blutes mit den Umgebungen bezeichnen. In den Dotter-Arterien, wo die Dotterzellen-Schicht den gröfsten Theil des Gefäfses bildet, ist sie am gröfsten und innigsten; in den Dottervenen, bei welchen die Gefäfswandung noch am meisten abgezeichnet angetroffen wird, findet sie im geringsten Maafse statt; in den Gefäfsen des Fruchthofes, wo hauptsächlich gegenwärtig nur Arterien verlaufen, steht sie in der Mitte.

Die Blutzellen-Bildung anbelangend, ist zuerst festzuhalten, dafs gleichzeitig mit der Herz-Anlage und der von ihm ausgehenden Schenkel die ersten Blutzellen mitgegeben sind, dafs alsdann und nachher der peripherische Theil der *Membrana intermedia* in der *Area vasculosa* den nächsten Ersatz liefert. Sämmtliche Blutzellen aber sind zu Anfange von den ersten feinen Zellen aller übrigen Systeme in Nichts verschieden; sie entstehen auch ebenso, wie letztere, durch Entwickelung junger Generation in den vorhandenen Dotterzellen der embryonischen Anlagen, und zwar auf Kosten des kugligen Nahrungs-Inhaltes. Die Kügelchen des letzteren verwandeln sich hierbei nicht direkt in die Kerne der Zellen überhaupt und also auch nicht in die der Blutzellen; sie erhalten auch nicht eine Zellenmembran, sondern sie verschwinden allmählig, sich auflösend, und die unsichtbaren Molekule, vielleicht auch die

Körnchen mit Molekular-Bewegung, aggregiren sich innerhalb der Dotterzelle, ihrer Mutter, zu der jungen Brut und zu Blutzellen.

Der peripherische Theil der *Membrana intermedia* zeigt sich zunächst für das Centrum unterstützend durch Darreichung seiner jungen Zellen als Blutzellen. Doch er braucht nun selbst wieder Ersatz, um seinem Centrum zu dienen, und diesen gewährt ihm die darunter liegende Rinden-Dotterzellenschicht durch Uebergabe junger Zellen an die Dotter-Arterien. Wir haben früher erwähnt, dafs sich im Centrum der Rinden-Dotterschicht in der *Area vasculosa* namentlich die feinkörnigen Dotterzellen zu Mutterzellen (Tab. I. Fig. 12. c.) entwickeln, dafs die junge Generation derselben den feinen Zellen in den sich entwickelnden Anlagen des Embryo gleicht, nur etwas dunkler gelblich erscheint, dafs endlich diese Dotterzellen sammt der jungen Brut bei dem Uebergange der Dotterschicht in den Fruchthof zur Schleimhaut-Anlage (durch Wachsthum des Centrum der *Membrana intermedia*) nicht mehr vorzufinden sind und also im Gefäfshofe verschwinden. Betrachten wir nun die eigenthümliche Bauart der Dotter-Arterien, deren Wandungen zum gröfsten Theil von der Dotterzellenschicht selbst gebildet werden, und erinnern uns des allgemeinen Gesetzes der Mutterzellen, nach welchen sie zerfallen und die reifgewordene junge Generation frei werden lassen; dann haben wir so wichtige und entscheidende Verhältnisse beisammen, dafs wir den Uebertritt der jungen Brut zu den Blutzellen der Dotter-Arterien, als nothwendigen Ersatz der Blutmasse, kaum von uns zurückweisen können. Also auch die Blutzellen-Bildung im Centrum der Kortikalschicht des Dotters geschieht nach dem allgemeinen Gesetze der Entwickelung junger Zellen in einer Mutterzelle, in der Dotterzelle der Höle auf Kosten des Nahrungs-Inhaltes. Meine Untersuchungen sprechen entschieden gegen die Ansicht von der Entstehung der Blutzellen aus den vorhandenen Dotterkügelchen, als den Blutkernen, durch Bildung einer Zellen-Membran um dieselbe. (C. H. Schultz.) *) Diese Dotterkügelchen können möglicherweise nichts anderes sein, als der kuglige Nahrungs-Inhalt der Dotterzellen der Höle; denn letztere selbst sind gemeinhin um das 4-6-fache gröfser als die ganze Blutzelle.

Das Blutsystem, welches wir der zweiten Epoche im Entwickelungsleben des Hühnchens übergeben, damit unter ihm die Weiterbildung des Embryo vor sich gehe, verhält sich nun im Allgemeinen folgendermaafsen.

*) System der Circulation §. 14.

Mit Rücksicht auf seine Verzweigungen, durch welche es den Blutzellen möglich wird, als gemeinschaftliches Nahrungsmittel zu dienen, sehen wir die Blutmasse aus dem Herzen durch die Aortenbogen in die Aorta getrieben. Die Aortenbogen befinden sich mitten in der Substanz der *Membrana intermedia* an der früher bezeichneten Stelle. Die Aorta aber nimmt ihren Lauf zwischen den Urplatten des Wirbelsystems und der *Membrana intermedia*, und zwar gleich vom vorderen Ende ab. Sie hat also eine solche Lage, dafs sie gleichzeitig mit der mittleren Membran und den von ihr schon abgeschiedenen Anlagen des animalen Systems sammt dem Central-Nervensystem in Wechselwirkung treten kann. Nach einer kurzen Bahn theilt sie sich dann in zwei Endäste, welche zu beiden Seiten der Wirbelsaite ebenfalls zwischen der *Membrana intermedia* und dem Wirbelsystem nach dem hinteren Ende des Embryo sich begeben, wo sie ohne sichere Wandung in die Substanz sich verlieren. Kurz vor der Theilung der Aorta geht zu beiden Seiten quer nach aufsen der Hauptstamm der Dotter-Arterien, die *Arteria omphalo-mesaraica*. Dieser tritt jederseits durch die Substanz der *Membrana intermedia* nach unten zur unteren Fläche des peripherischen Theiles derselben in die Dotter-Arterien. Letztere theilen nach vielen Verzweigungen die Blutmasse den Dotter-Venen mit, welche in der Substanz des peripherischen Theiles selbst, nur von der Umhüllungshaut bedeckt, verlaufen, sich allmählig in gröfsere Stämme sammeln und durch den Hauptstamm jederseits, durch die *Vena omphalo-mesaraica*, in die Herzhöle hineinmünden. Die Hauptstämme der Dotter-Arterien und Venen liegen in der Nähe des Fruchthofes so, dafs erstere unter den letzteren sich befinden. Im Fruchthofe selbst aber geht die Vene nach der unteren Fläche der *Membrana intermedia* zum Herzen, während die Arterie von oben herunterkommt; daher kreuzen sich beide Stämme.

Die Ergänzung der Blutmasse betreffend, so erfolgt dieselbe unmittelbar aus dem Dotter dadurch, dafs die Zellen des letzteren, welche sich in dem Centrum der Kortikalschicht der *Area vasculosa* befinden, ihre junge Generation an das Blut der Dotter-Arterien abgeben.

Es ist aber endlich, wenn das Blutsystem seine Funktion ganz erfüllen soll, nothwendig, dafs die Blutzellen selbst Nahrungsstoffe aufnehmen, und dafs auch eine Athmung stattfinde. Schon ist der kuglige Nahrungs-Inhalt der Zellen in den embryonischen Anlagen zur Erzeugung junger Generation verbraucht, und einzelne Gebilde wenigstens sind einer innigeren Berührung mit dem Eiweifs behufs der Wechselwirkung mit der atmosphärischen Luft entzogen.

In beiden Beziehungen müssen die Blutzellen behufs der Vermittelung der Ernährung sich ergänzen. Was die Assimilation der Nahrungssubstanz von Seiten der Blutzellen betrifft, so kann dieselbe wiederum nur in den Dotter-Arterien vor sich gehen. Hier, wo in der Rinden-Dotterzellenschicht so viele Zellen mit fettähnlichem Nahrungs-Inhalte beisammenliegen, assimiliren die Blutzellen, während sie sich gleichzeitig vermehren, auch den zur Mittheilung nöthigen Nahrungsstoff. In Rücksicht auf die Athmung ist es erforderlich, dafs die Blutzellen mit der atmosphärischen Luft in Berührung treten. Letztere aber hat zu dem Dotter und dem Embryo nur einen Zugang durch das Eiweifs. Die nöthige Berührungsfläche des Blutes mit dem Eiweifs bieten die Dottervenen dar. Es macht sich aber auch hier das Gesetz geltend, dafs die Blutzellen nicht direkt mit dem Eiweifs in Wechselwirkung treten, sondern dafs, wie beim Frosch im Wasser, die Mittheilung der atmosphärischen Luft durch die Umhüllungshaut geschieht.

Auf diese Weise sind in der *Area vasculosa*, unter Vermittelung des peripherischen Theiles der *Membrana intermedia* und der darunter liegenden Dotterzellen-Schicht, Athmung, Assimilation von Nahrungssubstanz und Blutzellen-Bildung vereinigt; und das Blut, in allen Beziehungen ergänzt, gelangt nun erst zum Embryo. Die Ernährung wird durch Wechselwirkung der Gewebe mit der Blutmasse in den erwähnten Gefäfsstämmen vermittelt.

Hierbei ist jedoch erforderlich, dafs einmal die Wandungen der ernährenden Gefäfse, wie der Aortenbogen, der Aorta etc., die Ernährung selbstthätig vermitteln, von dem Blute zuerst die Nahrungssubstanz assimiliren und sie den umliegenden Zellen abgeben. Ferner kann der dem Blute abgenommene Ernährungsstoff bei dem Mangel an vielseitigen Gefäfs-Verzweigungen nur dadurch im ganzen Embryo allgemein werden, dafs die Zellen der einzelnen Gebilde sich gegenseitig denselben mittheilen. Diese Ernährungsweise begleitet den Zustand des höheren, thierischen Organismus, in welchem die einzelnen Zellen noch in der ersten Ausbildung begriffen sind und bei einer gröfseren Indifferenz ihrer Kräfte bestehen. Auffallend darf dieses grade nicht sein, da eine derartige Verbreitung von Nahrungssubstanz bei niederen Thieren, wo die Ausbildung der den Organismus zusammensetzenden Zellen auf einer indifferenteren Entwickelungsstufe verharrt, auch lebenslänglich andauernd beobachtet wird. Das höhere Thier durchläuft dieserhalb bei der Entwickelung nicht die niederen Thierformen, sondern die im ganzen organischen Reiche so sehr gleichenden Zellen werden, indem sie sich für höhere Orga-

nismen entwickeln, niedere, indifferentere Bildungsstufen durchmachen, und, wenn auch unter verschieden gegebenen Verhältnissen, dennoch diesen Zuständen entsprechende Lebensbedingungen erfordern. Feinere Gefäfsverzweigungen habe ich, wie schon erwähnt, um die jetzige Zeit vergebens in der *Area pellucida* aufzufinden mich bemüht, obschon ich den bestehenden Beobachtungen von der Existenz solcher Gefäfse entgegenzukommen wohl geneigt war. Sind es vielleicht die bei dem Verbrauch des kugligen Nahrungsinhaltes der Zellen entstehenden lichten Räume, welche, bei Nichtbeachtung der Zellen-Membranen auffallend das Bild einer netzförmigen Blutbahn wiedergebend, die Beobachter zur Annahme feinerer Gefäfsverzweigungen verleitet haben? Man vergleiche hierzu die Abbildungen Tab. I. Fig. 3. und 16.

Die Ausscheidung eines untauglichen Stoffes in dem Embryo ist jetzt noch nicht zu bemerken; die Wolff'schen Körper fehlen. Dagegen findet man eine, sich fortwährend vermehrende Flüssigkeit in dem Dottersack. Man sagt: der Dotter wird flüssiger. Dieses Fluidum kann nicht gut vom Embryo selbst im Fruchthofe hergeleitet werden; denn dieser wendet nur die, noch in der Entwickelung begriffene, gefäfslose Schleimhaut-Anlage dem Dotter zu. Dasselbe kann auch nicht mit den freien Dotterzellen der Höle und der Substanz, sowie mit dem peripherischen Theile der Kortikal-Schicht in Beziehung gebracht werden; da kein neuer Grund zur Absonderung hinzugetreten ist, und die Veränderungen in den Zellen sich nicht von der Zeit unterscheiden, wo kein Fluidum in solcher Weise vorzufinden war. Es bleibt uns daher nur übrig, auf das Centrum der Rindenschicht zurückzukommen, welche in der *Area vasculosa* sich ausbreitet, und vor den übrigen Dotterzellen durch die Blutzellen-Bildung und Darreichung von Nahrungssubstanz an das Blut in den Dotter-Arterien sich auszeichnet. In letzterer Rücksicht, bei der Darreichung von Nahrungssubstanz, ist nun zu erwähnen, wie es nicht zu erwarten steht, dafs eine Zelle bei so passivem Verhalten gleichzeitig auch ein Fluidum absondere. Ueberdiefs verbleibt dieser Zustand der Dotterzellen in der *Area vasculosa* ausschliefslich während der letzten Periode des Entwickelungslebens, wo die Leber die Blutzellenbildung übernimmt. Dann aber vermindert sich grade die Flüssigkeit, der Dotter wird dicker, indem die Dotterzellen in der *Area vasculosa* sich den Rest des Dotters und das Fluidum aneignen. Wir können also die Absonderungsmasse nur mit der Thätigkeit der Dotterzellen behufs der Blutzellenbildung in Verbindung bringen. Damit stimmt denn auch überein, dafs die Flüssigkeit sich vermehrt, je gröfser die *Area*

vasculosa und der Bedarf an Blutzellen für den wachsenden Embryo wird; dafs sie sich aber vermindert, wenn die Blutzellenbildung der Leber anheimfällt. Die gegenwärtige Flüssigkeit im Dottersack ist daher jenem Sekrete gleichzusetzen, welches die Leberzellen bei der Blutzellenbildung absondern. Und so wie die Galle den Schleimhautzellen noch zur Assimilation dient, so wird die bezeichnete Flüssigkeit später von den Dotterzellen der *Area vasculosa*, welche den Blutzellen Nahrungsstoff überreichen, als noch brauchbare Substanz assimilirt.

Die Schleimhaut.

Die Schleimhaut-Anlage breitet sich an der unteren Fläche der Bauch-Abtheilung im Centrum der *Membrana intermedia* aus. Durch eine rundliche Oeffnung steht sie mit der abgeschlossenen Kopf-Abtheilung der *Membr. int.* in Verbindung; an ihrer Peripherie geht sie ununterbrochen in die Dotterzellen-Schicht der *Area vasculosa* über. Bei der Verlängerung des Herzens nach hinten wird sie an dieser Stelle von der *Membrana intermedia* (Kopfkappe) entfernt und mufs sich überhaupt nach den Veränderungen des Herzens richten, bis sie von den Darmhautplatten umfafst wird.

Wie in den übrigen Anlagen des Embryo, so verliert sich auch in den ursprünglichen Zellen der Schleimhaut der kuglige Inhalt allmählig: es erhalten sich nur einzelne zerstreute Kügelchen in der durchsichtigen Masse, während junge Generation, jedoch nicht so schnell, sich entwickelt. In diesem Zustande hat Schwann die Schleimhaut beobachtet, und angegeben, dafs die Schleimhaut-Zellen sich durch den Mangel an Zellenkernen unterscheiden. Dieses beruht aber darauf, dafs sie als Mutterzellen ihre Kerne verlieren, um junge Zellen zu erzeugen. Auch in den ursprünglichen Mutterzellen der übrigen Anlagen des Embryo habe ich den Zellenkern nicht mehr entdecken können; aber hier zeigt sich sogleich die neue Generation. In der Schleimhaut geht die Entwickelung langsamer vor sich. Um die ersten jungen Zellen wahrzunehmen, mufs man ein Stück der Schleimhaut aus der Mitte, etwa wo sie sich unter der, durch die weifsliche Färbung so ausgezeichneten Wirbelsaite hinzieht, unter das Mikroskop bringen. Es ist dieses bei der Feinheit der Membran eine höchst mühevolle Arbeit. Dann sieht man die jungen, dicht beieinander liegenden Zellen sehr bald an den gelben Kernen sich markiren. Sie sind im freien Zustande noch ganz rund, in der Zellenhöle zeigen sich einzelne feine Körnchen, zuweilen auch ein gröfseres Kügelchen, welches

einem Fetttröpfchen ähnlich sieht. Aehnliche Kügelchen finden sich auch in den jungen Zellen der anderen Anlagen des Embryo. Im Zusammenhange lassen sich die Konturen nicht überall deutlich erkennen; die kleinen Zellen sind oft zu durchsichtig und fein. Aufserhalb der Mittellinie werden die Zellenkerne in der Schleimhaut immer seltener, und auf dem Uebergange zur *Area vasculosa* verschwinden sie ganz.

Die Schleimhaut-Anlage erhält keine Blutgefäfse, sondern sie erweitert sich durch das Hinzutreten neuer Dotterzellen aus dem Gefäfshofe. Dieser Entwickelungsvorgang wird dadurch unterstützt, dafs die Bauch-Abtheilung des Centrums der *Membrana intermedia* sich auf Kosten des peripherischen Theiles nach aufsen vergröfsert. Wie schon öfter erwähnt wurde, so gelangen nur die Dotterzellen der Höle mit kugligem Nahrungsinhalte und zuweilen mit einem feinkörnigen Niederschlage in der Nähe ihres Zellenkernes zum Dienste für die Schleimhaut. Die einzelnen Kügelchen des Inhaltes sind etwas gröfser, als in den ursprünglichen Anlagen; auch ist ihre Färbung dunkler. Die Veränderungen der kugligen Dotterzellen, die aus der *Area vasculosa* in den Fruchthof übergehen, sind ganz ähnlich denen, welche bei der Erweiterung der gefäfslosen Umhüllungshaut bemerkt werden; mit Ausnahme, dafs hier junge Generation erzeugt werden soll, dafs der Zellenkern in der Mutterzelle gewöhnlich verschwindet, nur sehr selten sich zufällig erhält und zum Vorschein kommt. Die in den Mutterzellen anderer embryonischen Anlagen zeitlich aufeinander folgenden Bildungsvorgänge können, bei der Erzeugung junger Generation auf der Uebergangsstelle der Schleimhaut nach der Mitte des Embryo hin, lokal nebeneinander auf ein Mal übersehen werden, indem die Dotterzellen fortwährend noch hinzutreten, und also in der Ausbreitungsfläche der Schleimhaut die verschiedenen Entwickelungsstufen beisammen liegen. Legt man daher ein Uebergangsstück der Dotterzellenschicht mit der Schleimhaut, welches mit grofser Vorsicht wegen der leichten Zerstörung der Membran und der Zellen selbst geschehen mufs, unter das Mikroskop, so gewahrt man: wie die kugligen Dotterzellen aus der dunklen Dotterschicht der *Area vasculosa* in lichteren, runden, kleinkugligen Massen ohne Ordnung hervortreten; wie dann der kuglige Inhalt an der Peripherie zu schwinden beginnt, und kleinere unregelmäfsige, kuglige Massen mit hellen Umgebungen sichtbar werden; dafs hierauf die Kügelchen, indem sie kleiner werden, die intensive, gelbliche Färbung wieder allmählig verlieren und einzeln, aber mehr dicht gedrängt und wie in eine helle Substanz eingestreut, beisammenstehen; dafs endlich, während

diese Kügelchen immer mehr abnehmen und sich auflösen, die durchsichtige Zwischensubstanz in gleichem Grade zunimmt, und in seltenen Fällen die Mutterzellen und Kerne mit gelblichem Niederschlag bemerkbar werden. In der Gegend, wo die Kügelchen weitläuftiger vertheilt sind, sieht man nun schon die Kerne der künftigen, jungen Generation, anfangs durch eine etwas unregelmäfsige Kontur, später mehr von ovaler Form und durch eine fast citronengelbe Färbung ausgezeichnet. Sie liegen ganz zerstreut in der durchsichtigen Substanz, werden dann häufiger, und in der Mitte stehen sie, von der zarten Zellen-Membran umgeben, mit Körnchen und auch kleineren Kügelchen locker und, ohne die Durchsichtigkeit zu verlieren, gefüllt, dicht gedrängt nebeneinander. (Tab. I. Fig. 17. a.)

Man kann sich bei dieser Entwickelungsweise der Mutter-Dotterzelle wieder ganz evident überzeugen, dafs der kuglige Inhalt nur Nahrungsstoff vorstellt, und mit den jungen Kernen selbst direkt nichts zu thun hat. Aber darauf mufs ich hier aufmerksam machen, dafs die Konturen der Mutter-Dotterzellen, indem sie in die Schleimhaut übergehen, nur sehr selten bei der Ansicht auf die Fläche zu erkennen sind. Man glaubt vielmehr, dafs die kugligen Massen und einzelnen Kügelchen sich in einer durchsichtigen Zwischensubstanz befinden, und dafs in dieser auch die jungen Zellen frei entstehen. Ja, ich erinnere mich in einem Falle ein Schleimhautstück untersucht zu haben, in welchem die durchsichtige Masse von Konturen allein abgegrenzt sich darstellte, und die Kügelchen und Kerne aufserhalb gelagert erschienen, während auch hier die Umrisse der Mutterzellen nur undeutlich und selten sich markirten. Um unter solchen Umständen sich von der Anwesenheit der Zellenmembran zu überzeugen, bleibt stets das beste Mittel die Ansicht auf die Kontur des Randes einer geschlagenen Falte. Hat man mit Vorsicht die Schleimhaut behandelt, so erblickt man die Mutter-Zellen mit gröfseren und kleineren Kugel-Abschnitten hervortretend und sich gegenseitig unmittelbar berührend, und die Kügelchen, Kerne und jener in einen durchsichtigen Tropfen zusammengezogene flüssige Inhalt befinden sich innerhalb der Zellenmembran. (Tab. I. Fig. 17. c.) Da es uns selten gelingt, die Schleimhaut ohne einige Beschädigung abzulösen, so liegen neben den unversehrten Dotter-Zellen auch oft zerstörte; und hier treten die Kügelchen frei am Rande hervor.

Der Entwickelungsprozefs der Dotter-Zelle bei dem Uebergange zur Schleimhaut ist also der, dafs der kuglige Inhalt sich allmählig in eine durchsichtige Flüssigkeit verwandelt, dafs letztere zuweilen in einen Tropfen sich

zusammenzieht, und dafs dann junge Kerne entstehen, sich zu kleinen Zellen entwickeln und frei werden, um später zu den kegelförmigen Schleimhaut-Zellen des entwickelten Thieres sich zu verwandeln. Die Entwickelung der jungen Generation geht aber langsamer vor sich, als in der übrigen Anlage des Embryo, deren weitere Ausbildung durch das Blutsystem vermittelt wird.

Kurze Uebersicht der Bildungsvorgänge in der ersten Epoche des Entwickelungslebens.

In Form gemeinhin runder, membranartiger Scheiben werden von dem runden Keimhügel (Keim-Anlage und Kern des Hahnentritts) unter fortwährendem Ersatz von Dotter-Zellen aus der Höle die ersten Anlagen des Embryo schichtweise abgesondert. Zuerst zeigt sich die Umhüllungshaut zum Schutz des Dotters, der sich zum gemeinschaftlichen thierischen Zellen-Organismus entwickeln will. Sobald dieselbe ihre Funktion antreten kann, erfolgt sogleich die Ablagerung der eigentlichen, embryonischen Anlagen. Es entstehen nacheinander das Central-Nervensystem, die Wirbelsaite, die *Membrana intermedia*, endlich die Schleimhaut. Das erste und die letzte als Repräsentanten der Haupt-Aeufserungen des thierischen Lebens, die Wirbelsaite als Stütze für die Doppel-Anlagen, die *Membrana intermedia* als die gemeinschaftliche Anlage aller der Gebilde, welche die Aeufserungen der beiden Central-Organe des thierischen Zellen-Organismus unterstützen.

Der Embryo ist somit der Idee nach vollständig angelegt, doch nicht um sich in Wechselwirkung mit der Aufsenwelt fortzubilden, sondern in nächster Beziehung zum Dotter. Die Lebensäufserungen der thierischen Central-Organe bestehen demnach zunächst in Ausbildung und Entwickelung aus dem Dotter, und die *Membrana intermedia* übernimmt auch in dieser Rücksicht die Assistenz. Sie scheidet sich in das Centrum, welches dem Embryo individuell angehört, und in den peripherischen Theil, welcher vorzugsweise die Beziehung zum Dotter repräsentirt, und sich mit der Rindenschicht des letzteren in Verbindung setzt.

Das Centrum erweiset sich als Vermittler bei der Ausbildung des Embryo (*Area pellucida*) schon frühzeitig dadurch, dafs es dem Central-Nervensystem und der Wirbelsaite auf seiner Oberfläche, der Schleimhaut aber, nachdem die Kopf-Abtheilung abgeschnürt, auf der unteren Fläche der Bauch-Abtheilung die Anlagerung gestattet. Bei der Weiterbildung entwickelt dasselbe die unterstützenden Anlagen für das Central-Nervensystem, die Urplatten des

Wirbel- und Hautsystems, welche alsbald durch Entwickelung der Rückenplatten und der *Membrana reuniens superior* die allmählig sich vereinigenden Urhälften des centralen Nervensystems umschliefsen. (Obere Wirbelröhre.)

Gleichzeitig wird im Centrum der mittleren Membran die erste Grundlage des Blutsystems gelegt. Es zeigt sich das Herz mit je zwei, von seinen Enden abgehenden Schenkeln, für die ersten Aortenbogen als wegführenden, und für die beiden Hauptstämme der Dottervenen als zuführenden Theil; in ihren Hölen bilden sich zugleich die ersten Blutzellen.

Unter dem Einflufs der genannten ersten Anlage des Blutsystems, durch die Kräfte, welche bei den Kontraktionen des Herzens entwickelt werden, begünstigt von der eigenthümlichen Lagerung der vom Herzen abgehenden Schenkel, wird die Blutbahn erweitert, der Ersatz von Blutzellen herbeigeschafft, der erste Kreislauf begründet. Der Zugkraft des Herzens durch die hinteren Schenkel (*Vena omphalo-mesaraica*) folgend, werden zunächst die Zellen des peripherischen Theiles der *Membrana intermedia* in der *Area vasculosa* in Bewegung gesetzt; es entstehen die Blut-Inseln der Dottervenen. Während nun das Blut, von der Stofskraft des Herzens getrieben, durch die Aortenbogen, durch die Aorta, durch die *Arteriae omphalo-mesaraicae* zwischen die Rindenschicht des Dotters und den peripherischen Theil der *Membrana intermedia* sich die Bahn bricht, gelangt dasselbe zu den Blutinseln der Dottervenen, nimmt letztere in den Strom auf, bildet sie zu regelmäfsigen Blutbahnen und vollendet mit ihnen den ersten Kreislauf. Rechnen wir die hinteren Schenkel des Herzens, die *Venae omphalo-mesaraicae*, ab, so befinden sich im Fruchthofe gegenwärtig nur die angeführten Arterienstämme, durch welche auch, ohne feinere Verzweigungen, die Ernährung direkt vermittelt wird. Die Venen verlaufen als Dottervenen nur im Gefäfshofe, gleichsam andeutend, dafs Alles, was dem Herzen und durch dieses dem Embryo zugeführt wird, seine Quelle im Gefäfshofe habe: in dem Theile also, wo Embryo und Dotter gemeinschaftlich wirken, wo ersterer noch in voller Abhängigkeit von letzterem dasteht. Für die durch Blutvermittelung zu entwickelnden Gebilde gestattet demnach der Embryo der Blutmasse eine Bahn in den Dotter-Arterien zwischen der Rindenschicht des Dotters und dem peripherischen Theile der *Membrana intermedia*, empfängt daselbst Blut-Zellen und Nahrungsstoff, nimmt die so bereicherte Blutmasse in seine Dottervenen auf, schwängert sie mit Sauerstoff aus dem Eiweifs und führt durch das Herz das in jeder Beziehung zur Ernährung geeignete Blut den Gebilden zu, welche im Fruchthofe für ein

Geschlechtsleben sich entwickeln. Das Centrum der Rindenschicht des Dotters hat überdies in dem Gefäfshofe an der unteren Fläche des peripherischen Theiles der *Membrana intermedia* eine solche Lagerung, dafs es von allen Seiten die Peripherie der Schleimhaut-Anlage umgiebt, und die gefäfslose Ausbildung der letzteren durch Darreichung von Dotter-Zellen der Höle, mit kugligem Nahrungsinhalte gefüllt, vollenden kann.

In Bezug auf die Metamorphosen der Zellen des Embryo ist hervorzuheben, dafs die ursprünglichen, kleinkugligen Dotter-Zellen in den Anlagen sämmtlich auf Kosten ihres Nahrungsinhaltes eine feinere, junge Generation entwickeln, in welcher Kern und Kernkörperchen meist wahrgenommen werden kann. Die Verwandlungen zu den einzelnen Geweben gehen also nicht direkt von den Dotter-Zellen aus, sondern erst von der, anfangs überall gleichartigen jungen Generation. Beim Frosch sehen wir die Dotter-Zellen gemeinhin unmittelbar gewebe-artig sich metamorphosiren.

In Vergleich mit der Bildungsgeschichte des Frosches läfst sich der Embryo des Hühnchens am Schlusse der ersten Epoche ungefähr mit dem Zustande vergleichen, in welchem der Frosch-Embryo das Blutsystem angelegt hat. Die hauptsächlichsten Unterschiede können auf das verschiedene Verhältnifs der Embryonen zur Aufsenwelt zurückgeführt werden. Es fehlen beim Hühnchen noch die Wolff'schen Körper und die Anlage der unteren Wirbelröhre. Doch die Leber- und Pankreas-Anlage, so wie die äufseren Kiemen sind in der *Area vasculosa* gegeben, wo Embryo und Dotter in dem innigsten Wechsel-Verhältnifs stehen. Beim Frosch-Embryo ist um die gegenwärtige Zeit der Dotter auf die Bauchhöle beschränkt. Auch beim Hühnchen kann man dieses sagen: denn es hangt die Dotterkugel an der noch ungeformten und unausgebildeten Bauch-Abtheilung der unteren Visceralröhre mit ihren *Viscera*, welche durch den korrespondirenden Theil der *Membrana intermedia* und der anliegenden Schleimhaut-Anlage repräsentirt werden.

B. Die Entwickelung des Hühnchens aus dem Dotter durch Vermittelung des Blutsystems.

Wir haben die zweite Epoche des Entwickelungslebens durch die Wirksamkeit des Blutsystems bezeichnet, um einen bestimmten Haltpunkt für eine leichtere Uebersicht der Bildungsvorgänge zu gewinnen. Die Scheidung kann nicht genau sein, und im thierischen Leben finden wir auch keine Gegensätze. So vollenden denn auch in dieser Epoche die Umhüllungshaut und insonderheit

die Schleimhaut ihre Ausbildung aus dem Dotter gefäfslos; diese erhalten niemals Gefäfse. Dennoch ist das Auftreten des Blutsystems das passendste Merkmal für Eintheilungen des Entwickelungslebens; denn es ist dasjenige System, welches mitten zwischen die beiden Hauptsysteme des thierischen Lebens gestellt ist, und die Fortschritte in der Entwickelung des animalen und vegetativen Systemes müssen sich in ihm gleichzeitig abspiegeln. Ferner wird doch auch der gröfste Theil der Gebilde des höheren Thieres durch Vermittelung des Blutsystems entwickelt. Endlich steht das Blutleben in gewisser Unabhängigkeit und nicht in unmittelbarer Beziehung zur Aufsenwelt da; es ist das in sich abgeschlossene, selbstständige Mittelglied zwischen den beiden Hauptrichtungen des thierischen Lebens. Die Umstände, welche bei dem Entwickelungsleben der höheren Wirbelthiere in Bezug auf die Ausbildung des animalen und vegetativen Systems in Betracht kommen, dürfen sich im Blutleben weniger geltend machen: die Eizelle giebt durch den Aufenthalt im Kreise der Atmosphäre, so wie durch die allgemeine Einrichtung alle Bedingungen, welche das Blutleben zur Thätigkeit gebraucht.

Das Gesetz, nach welchem sich die Zellen behufs der Entwickelung des Thieres vermehren, erleidet durch das Auftreten des Blutsystems keine wesentliche Veränderung. Bisher trug jede Zelle den Nahrungsstoff in dem kugligen Inhalt mit sich, und auf Kosten desselben entwickelt sie feinere Generation. Auf diese Weise vollendet auch ihre Ausbildung die Schleimhaut, indem sie fortwährend Ersatz von Dotter-Zellen der Höle, mit Nahrungs-Inhalt gefüllt, aufnimmt. Die feineren Zellen in den übrigen Anlagen des Embryo empfangen die Nahrung, wenn ich so sagen soll, auf feinere Weise durch die Blut-Zellen, welche der Dotter vermehrt und mit Nahrungssubstanz schwängert. Letztere wird nun den feineren Zellen mitgetheilt, und diese wiederum gebrauchen denselben, wann die Zellenmasse vermehrt werden soll, zur Erzeugung junger Generation, wann Gewebe gebildet werden, zum Wachsthum der Zellenmembran. Freie Kerne und frei entstehende junge Zellen habe ich bei meinen Beobachtungen nirgend mit Evidenz nachweisen können. Die Blut-Zellen schwitzen nicht den Nahrungsstoff aus, sondern lassen ihn von den Zellen in den Anlagen und Geweben durch selbstthätige Assimilation aufnehmen, und die Erzeugung junger Generation geschieht nicht in einem frei, von dem Blute ausgeschwitzten Kytoblastem durch eine Art *Generatio aequivoca*, sondern innerhalb der Höle der Mutter-Zelle auf Kosten des, von den Blut-Zellen assimilirten Nahrungsstoffes durch die eigene Kraft des kleinen Organismus.

In Betreff der Eintheilung dieser Entwickelungsperiode müssen nach den Hauptveränderungen des Blutsystems, die gleichzeitig im Einklange mit der Ausbildung im animalen und vegetativen Systeme stehen, zwei Zeiträume unterschieden werden. Der erste Zeitraum umfafst die Bildungsstufe, welche wir mit dem Larven-Zustande des Frosches vergleichen. Charakterisirt ist derselbe: durch die Wasser-Athmung *) und Blutzellenbildung in der *Area vasculosa*, und durch die Wolff'schen Körper, als Ausscheidungs-Organ des Blutsystems. Aufserdem fällt in diese Zeit die wesentliche Ausbildung des animalen und Darmsystems. Der zweite Zeitraum entspricht der Larvenmetamorphose. Sein Charakter ist: Luft-Athmung durch die Allantois, Blutzellenbildung durch die Leber und Ausscheidung durch die Nieren. Aufserdem Vollendung der Ausbildung des animalen, des Darmsystems und der Generationswerkzeuge. Enthüllung des Hühnchens.

Der Anfang und das Ende dieser beiden Zeiträume kann natürlich nur im Uebergange bestimmt werden. Ungefähr gegen die Mitte der Entwickelungszeit, also um den 10.—12. Tag, darf man annehmen, dafs der Charakter des zweiten Zeitraums überwiegt.

Da die Selbstständigkeit des Embryo in der Beziehung zum geschlechtlichen Leben in dieser Entwickelungsperiode immer deutlicher hervortritt, der Einflufs des Dotters hingegen stets sichtbarer schwindet, so kann man die Darstellung übersichtlicher auf die drei Hautsysteme des thierischen Lebens, wie sie sich bei der Bildungsgeschichte des Frosches zu erkennen geben, beziehen. Das Wechselverhältnifs des Embryo und des Dotters im Allgemeinen werde ich jedem Zeitraume vorausschicken.

I. Das Larvenleben des Hühnchens.

Das Wechsel-Verhältnifs des Embryo und des Dotters.

Das Wechsel-Verhältnifs zwischen Embryo und Dotter ist vorzugsweise in dem peripherischen Theile der *Membrana intermedia* und dann auch in der Umhüllungshaut ausgeprägt. Letztere verhält sich zu dem Dotter und dem Embryo in ähnlicher Weise, wie die Zellenmembran einer einfachen Zelle oder noch besser wie die Dotterhaut (Zellenmembran der Ei-Zelle) zu dem Zelleninhalt und der jungen Generation. Die Zellenmembran und die Dotterhaut

*) Wasser-Athmung soll uns im Gegensatz zur Luft-Athmung (Atmosphäre) der allgemeine Ausdruck sein für die Aufnahme des zum Leben der Zellen nothwendigen Sauerstoffs aus einem tropfbar-flüssigen Medium; hier aus dem Eiweiss.

umhüllen einen Inhalt, der sich zu einer neuen Generation gestalten will, behufs des Schutzes und der Wechselwirkung mit den Umgebungen, und sie behalten die Funktion so lange, bis die junge Brut durch eigene Hüllen sicher geschützt ist; dann verschwinden sie. Ebenso die Umhüllungshaut in Bezug auf den sich entwickelnden Dotter und den Embryo. Sie bedeckt zuerst den Keimhügel für die erste Grundlage des Embryo; sie dient dann zur Anlagerung für die Rindenschicht des Dotters, welche nun zunächst in den Kreis des embryonischen Lebens treten soll; sie umhüllt endlich den ganzen Dotter, um den Rest desselben (meist Zellen der Dottersubstanz) für den Embryo in Wirksamkeit treten zu lassen. So wie dieses erfolgt ist, hört die Existenz der Ei-Zelle gänzlich auf; die Dotterhaut ist spurlos hingeschwunden.

Die Dotterhaut erweiset sich aber bis zu ihrer Verkümmerung sowohl für den freien Dotter, als für den in der Entwickelung begriffenen, und endlich in entfernterer Beziehung auch sogar für den Embryo als schützende Hülle. Dasselbe thut die Umhüllungshaut. Sie dient nicht allein dem sich entwickelnden Dotter, für welchen sie eigentlich geschaffen, zum Schutz und zur Wechselwirkung mit den nächsten Umgebungen, sondern auch dem Embryo sowohl in der Anlage, als während der ganzen Entwickelung, bis dessen Hüllen vollendet sind, und derselbe selbstständig mit der Aufsenwelt in Berührung treten kann. Indem die Umhüllungshaut den Embryo überzieht, hält sie ihn zugleich in der Lage an der Dotterhaut. Später, nachdem der Embryo sich durch das Amnion umhüllt hat, befestigt sie denselben noch durch die innige Gemeinschaft mit dem peripherischen Theil der *Membrana intermedia*, und bleibt gleichzeitig in der Funktion als Vermittler bei der Athmung im Eiweifs. Am Ende dieses Zeitraumes, wenn die Allantois die Stütze des Embryo übernimmt, behält sie nur noch, wenigstens bestimmt eine Zeit lang, die Vermittelung bei der Luft-Athmung und die ursprüngliche Tendenz als schützende Hülle für den zum Embryo sich entwickelnden Dotter.

Die innigere Beziehung des sich entwickelnden Embryo zum Dotter wird von dem peripherischen Theil der *Membrana intermedia* in der *Area vasculosa* unterhalten. Dieser peripherische Theil dehnt sich allmählig zwischen der Umhüllungshaut und der Rindenschicht aus, um letztere in den Kreis des embryonischen Lebens zu bringen. Anfangs bildet er während dieser Ausbreitung noch auf Kosten der Dotter-Zellen in der Kortikalschicht den *sinus terminalis* behufs der Athmung, um eine gröfsere Blutzellen-Fläche zur Wechselwirkung mit dem Eiweifs darzubieten. Dann aber geschieht die Erweiterung

zum gröfsten Theil durch Wachsthum und Ausdehnung der Membran an sich; nur die Bahnen der Arterien werden fortwährend neugebildet, indem eine neue Partie der Rindenschicht des Dotters in die *Area vasculosa* hineingelangt. In dieser Weise dehnt sich der Gefäfshof allmählig so weit aus, dafs nur noch ein kleiner Theil der Dotterkugel, von etwa sechs Linien im Durchmesser, frei bleibt; in ihm entwickeln sich die Gefäfse erst im letzten Zeitraume. In diesem Zustande behält der peripherische Theil noch immer die schon öfters erwähnte Vermittelung bei der Ausbildung des Embryo aus dem Dotter: er empfängt in seinen Dotter-Arterien *) Blut-Zellen und Nahrungsstoff für das Blut aus der, unter ihm gelagerten Rindenschicht des Dotters, führt die Blutmasse, nachdem dieselbe in ihren Dotter-Venen mit dem Eiweifs in Wechselwirkung getreten, zum Herzen, und gewährt der gefäfslos sich entwickelnden Schleimhaut die, mit kugligem Inhalte gefüllten Dotter-Zellen. Der Dotter giebt also dem Embryo in diesem Zeitraum Blut-Zellen, Nahrungsstoff für das Blut und mit kugligem Inhalte gefüllte Dotter-Zellen der Höle, und der peripherische Theil der *Membrana intermedia* ist das vermittelnde Glied.

Das animale System.

Das animale System ist in seinen wesentlichen Bestandtheilen schon in der ersten Entwickelungs-Periode angelegt. Das Central-Nervensystem bildet eine durch seine Urhälften formirte Röhre von gradem Verlaufe. Das Gehirn, durch seine gröfsere Weite ausgezeichnet, nimmt fast einen Drittheil der Länge des Embryo ein, so dafs es über die Kopf-Abtheilung der abgeschnürten *Membrana intermedia* nach hinten hinausreicht. Es hat sich in den drei Hauptpartieen gleichsam abgeschnürt, und die drei höheren Sinneswerkzeuge sind als kleine Bläschen zu erkennen. Es sind ferner die Urplatten des Wirbel- und Hautsystems von dem Centrum der *Membrana intermedia* abgesondert, und beide haben ihre nächste Beziehung zum Central-Organ des animalen Lebens durch Entwickelung der Rückenplatten und der *Membrana reuniens superior* zur Umhüllung des Central-Nervensystems dokumentirt. Die Wirbelsaite trennt beide Urplatten des Wirbelsystems, ist an der Spitze jedoch schon etwas verkümmert.

*) Im Laufe der Entwickelung erhalten die grösseren Stämme der Dotter-Arterien schon festere Wandungen, und die Blutzellenbildung beschränkt sich mehr auf feinere Gefässe und auf die Gegend, wo neue Dotterzellen der Höle in den Wirkungskreis der *Area vasculosa* hineintreten.

Bei der weiteren Entwickelung im vorliegenden Zeitraume zeigt sich am Central-Nervensystem besonders prädominirend die Ausbildung des Gehirns, welches dabei zugleich auf seine Umgebungen den mächtigsten Einfluſs ausübt; namentlich richtet sich nach ihm zunächst seine Hülle, welche gegenwärtig schon fast ganz durch das Wirbelsystem formirt wird. Wir heben hier besonders hervor die selbstständige Erweiterung des Gehirns nach vorn und das Streben desselben, sich und die anstoſsende Partie des Rückenmarks (Halstheil) über den abgeschnürten Kopftheil der künftigen Visceralröhre sammt den entsprechenden Eingeweiden gleichsam hinüberzuziehen, um über die individuelle Entwickelung desselben zu entscheiden. Diese schreitet aber nur langsam voran, und der Raum, welcher dem Gehirn und dem Halstheil des Rückenmarks zur Ausbreitung gewährt wird, ist nur gering; daher die Nothwendigkeit der letzteren, sich zu krümmen. Das Gehirn schreitet voran und biegt sich, mit einer gleichzeitigen Neigung nach rechts, über das stumpfe Ende des abgeschnürten Kopftheils der *Membrana intermedia* hinweg nach dessen unterer Fläche. (Tab. V. Fig. 5. etc.) Auf diese Weise gewinnt es den Raum zur Ausbreitung. Nun folgt dem Zuge des Gehirns der, gleichfalls dem abgeschnürten Kopftheile entsprechende Halstheil des Rückenmarks, der aber in die Nothwendigkeit versetzt wird, eine Beugung nach oben zu vollführen (Nackenhöcker der Embryonen im höheren Wirbelthier-Reich), um sich aus der Gegend der künftigen Bauch-Abtheilung der Visceralröhre herauszuziehen. (Tab. V. Fig. 8.) Ist dieses geschehen, so hat auch die Bauch-Abtheilung des Rückenmarks sich allmählig verlängert und eine der künftigen Bauch-Abtheilung der Visceralröhre mit seinen Eingeweiden entsprechende Lagerung erhalten.

Die Krümmung der Kopf- und Halsgegend bei den Embryonen im höheren Wirbelthier-Reich wird demgemäfs im Allgemeinen dadurch bedingt, dafs das Gehirn und der angrenzende Theil des Rückenmarks sammt den Hüllen in dem Wachsthume bedeutend voranschreiten, während die entsprechende Anlage der Visceralröhre mit den Eingeweiden zurückbleiben. Wichtiger ist eine andere noch hinzukommende Krümmung, welche wir sogleich bei der individuellen Ausbildung des Gehirns anführen werden.

In Bezug auf die individuelle Ausbildung des Gehirns im vorliegenden Zeitraume des Entwickelungslebens machen wir besonders auf das Erscheinen der Grofshirn-Zellen (Hemisphären) aufmerksam. Sie zeigen sich, wie schon erwähnt, als zwei kleine Bläschen (Tab. III. Fig. 5.10.) am vorderen Ende jeder

Seitenhälfte der ersten Gehirn-Abtheilung dicht über den ersten Andeutungen der Geruchsnerven. Die Höle des Gehirnes, insbesondere die der ersten Abtheilung (der dritte Ventrikel), geht demnach vorn und seitlich in die Hölen der beiden Grofshirnbläschen aus. Letztere nehmen nun schnell an Anfang zu, seitlich und nach oben sich ausdehnend. Erscheinen sie anfangs nur wie ein Anhang der ersten Hirn-Abtheilung an der bezeichneten Stelle, so überwiegen sie an Volumen bald so merklich ihre Grundlage, dafs letztere nun sehr leicht als eine gemeinschaftliche hintere Fortsetzung beider Grofshirn-Zellen angesehen werden kann. Mit der angeführten Entwickelung der Bläschen für die Hemisphären im höheren Wirbelthier-Reich ist zugleich eine Beugung des Gehirns verbunden, so zwar, dafs die erste Abtheilung des Gehirns mit ihren Anhängen unter einem Winkel nach unten gegen die zweite und dritte geneigt wird. (Tab. V. Fig. 5. 6.) Die Grofshirn-Zellen erweitern sich nun im Laufe der Entwickelung über die erste Gehirn-Abtheilung, bei den höheren Wirbelthieren auch über die zweite, bei Menschen sogar über die dritte herüber, die genannte Beugung nimmt in gleichem Schritte zu und die drei Gehirn-Abtheilungen mit den höheren Sinnen werden immer näher aneinander gerückt. Ohne auf die innere Struktur des Gehirns einzugehen, sehen wir schon aus den einzelnen Erscheinungen, dafs im höheren Wirbelthier-Reich die Idee sich entwickelt, die ursprünglich bei allen Wirbelthieren gegebenen drei Abtheilungen des Gehirns mit den höheren Sinnen unter einen neu auftretenden Theil, unter die Hemisphären (Grofshirn-Zellen) unterzubringen und zu konzentriren; die Beugung des Gehirns erscheint hierbei als ein unterstützendes Moment, das Auftreten der Grofshirn-Zellen aber als die nächste veranlassende Ursache. Wir wollen damit nicht behaupten, dafs das eigenthümliche Wachsthum der Hemisphären etwa mechanisch die Beugung der ersten Gehirn-Abtheilung hervorrufe; wir erklären vielmehr, dafs nur die der eigenthümlichen Entwickelung des Gehirns zum Grunde liegende Idee an dem Erscheinen der Grofshirn-Zellen sich zunächst offenbare und durch letztere besonders verwirklicht werde. Wir werden die Metamorphosen des Gehirns beim Hühnchen im letzten Zeitraum des Entwickelungslebens allgemein zusammenfassen; hier soll nur der Einflufs, welchen die bezeichnete Veränderung des Gehirns der höheren Wirbelthiere auf die Ausbildung des Wirbelsystems dieser Gegend. vorzüglich auf die des Gesichtes, ausübt, seine Stelle finden.

Das Wirbelsystem umfafst im Allgemeinen die assistirenden Gebilde des centralen Nervensystems; letzteres ist das ursprünglich gegebene Central-Organ,

und ersteres kommt neu hinzu, und fügt sich in der Ausbildung ganz nach diesem. Zunächst richtet sich nach dem Central-Organ die Hülle, die obere Wirbelröhre: entfernter steht die Visceralröhre, welche aufserdem noch die Beziehung zu dem vegetativen und Blutsystem hat. Doch auch hier macht sich im höheren Wirbelthier-Reich, vorzüglich am Kopfe, das prädominirende Central-Nervensystem geltend, so dafs es scheint, als ob den Eingeweiden der genannten Systeme nur eben eine Hülle in der Visceralröhre zugestanden würde. Wir glauben daher dem Entwickelungsgange gemäfs die Veränderungen des Wirbelsystems von dem Central-Nervensystem abhängig darstellen zu müssen, was sich aber vorzugsweise am Kopfe ausspricht.

Der Einflufs, welchen die Veränderungen des Gehirns im höheren Wirbelthier-Reich ausüben, zeigt sich zunächst in der Schädelhöle, welche bei dem Hervortreten der Grofshirn-Zellen eine gröfsere Stirnwand (Stirn) erhält, und auf der Grenze des ersten zum zweiten Schädelwirbel in einem, dem Gehirn entsprechenden Winkel gebeugt wird. *)

H. Rathke macht in seiner Entwickelungsgeschichte der Natter (S. 39) die Krümmung des Kopfes davon abhängig, dafs die Grundfläche des Schädels in ihrem Wachsthum hinter dem des Gehirns bedeutend zurückbleibe. Nach meinem Dafürhalten hangt die Hülle von seinem Central-Organe ab, und das abweichende Verhalten der Schädel-Grundfläche von der Schädel-Decke wird eben nur dadurch bedingt, dafs die Basis des Gehirns in ihren Abtheilungen näher aneinander rückt; während die Grofshirn-Zellen und die Vierhügelblase sich besonders oberhalb und seitlich nach eigenen Gesetzen erweitern und ausdehnen. Später bringt auch das Hervorwachsen des kleinen Gehirns Veränderungen an der Oberfläche des Gehirns hervor. Die obere Krümmung des Schädels, veranlafst durch das Gehirn, variirt daher nach anderen Verhältnissen in den verschiedenen Entwickelungszeiten; sie ist also überhaupt nicht der Maafsstab für die besprochene Beugung des Gehirns. Letztere hat vielmehr ihre Stelle grade in der Basis, und beruht auf der Annäherung der ersten

*) Früher, als ich die Genesis der Grosshirn-Zellen noch nicht genauer kannte, glaubte ich, dass die sichtbar gewordenen kleinen Bläschen, indem sie von der ursprünglich gegebenen Gehirn-Partie hervorwuchsen, nur eine erweiterte Ausbildung der Anlagen des *Nervus olfactorius* seien, und dass durch sie, deren Entwikkelung ich im niederen Wirbelthier-Reich nicht vorgefunden, die Gesichts-Kopfbeugung bedingt wäre. Es hatte mich zu dieser Annahme vorzüglich der Umstand verleitet, dass nach der herrschenden Ansicht die vorderste Gehirn-Partie der niederen Wirbelthiere direkt mit den Hemisphären des höheren Wirbelthier-Reiches verglichen wurden.

Gehirn-Abtheilung gegen die zweite und dritte, in Folge dessen diese Abtheilungen an der Grundfläche des Gehirns inniger ineinandergreifen und sich gleichsam mehr konzentriren.

Diese Beugung der Schädelbasis, als Reflex des Gehirns, habe ich die Gesichts-Kopfbeuge genannt, und den Winkel, welcher sich mit der höheren Stellung des Thieres verkleinert, den Gesichts-Kopfwinkel. (Vergleichende Entwickelungsgeschichte des Kopfes etc. Th. II.) Zu dieser Benennung bestimmte mich der Umstand, dafs mit der Schädelbeugung zugleich der ganze erste Kopfwirbel zum Aufbau des Gesichtes hingegeben wird, und dafs in Folge dessen im höheren Wirbelthier-Reich zuerst ein Gesicht im Gegensatz zu dem übrigen Körper auftritt. Ist nun Konzentrirung der Gehirn-Abtheilungen mit den höheren Sinnen unter den Hemisphären die Idee, welche sich allmählig bei den höheren Wirbelthieren verwirklicht; so kann man sagen, dafs diese äufserlich am Wirbelsystem durch die Konformation des Gesichtes und durch das Verhalten der Sinne zu letzterem vorzugsweise sich ausspricht, dafs das Gesicht gleichsam den äufseren Ausdruck der im Gehirn vor sich gehenden Veränderungen darstellt. Für diese Ansicht dürfen wir nun noch anführen, dafs der erste Kopfwirbel grade derjenigen Gehirn-Abtheilung (es sind, wie wir später zeigen werden, die *thalami nervorum opticorum* der Vögel) korrespondirt, welche das hauptsächlich Thätige bei den Veränderungen des Gehirns der höheren Wirbelthiere ist: dafs von ihr die Grofshirn-Zellen sich entwickeln, und dafs von ihr grade die Beugung gegen den übrigen Theil des Gehirns gemacht wird. Auf die einzelnen Details, durch welche sich unsere Ansicht bei dem Aufbau des Gesichts im höheren Wirbelthier-Reich bestätigt, können wir nicht näher eingehen; wir verweisen auf die oben erwähnte Schrift. Nur einiges Allgemeines lassen wir nachfolgen.

Durch die Gesichts-Kopfbeuge wird die Isolirung und das selbstständigere Hervortreten des Gesichts im höheren Wirbelthier-Reich bedingt, indem der erste Kopfwirbel, vor welchem sich das Gesicht ursprünglich auch bei niederen Wirbelthieren aufbaut, durch die genannte Beugung dem letzteren gleichsam als Eigenthum hingegeben wird. Je mehr nun die Entwickelung der Grofshirn-Zellen im höheren Wirbelthier-Reich steigt, um so stärker wird die Gesichts-Kopfbeugung, und beim Menschen nähert sich der Winkel derselben einem rechten. Mit der Gesichts-Kopfbeugung erfolgen zugleich eine Erweiterung der vordersten Schädel-Partie (Grofshirn-Zellen), ferner die Vergröfserung der Gesichts-Fronte (Antlitz), in welche nun, nach dem Grade der

Entwickelung der Grofshirn-Zellen, das Auge und sogar das Ohr theilweise hineingelangen. Endlich wird der entsprechende erste Visceralbogen veranlafst, eine obere vordere Abtheilung (Gaumenbein, Flügelbein) zu entwickeln, um auch eine, mit dem Gesichte in engerer Beziehung stehende Mundhöle von der hinteren Abtheilung der Kopf-Visceralröhre (Schlundhöle) zu sondern. Sehen wir nun, wie bei dem Auftreten der Grofshirn-Zellen im höheren Wirbelthier-Reich das Streben zur Isolirung eines selbstständigen Gesichtes im Gegensatz zu dem übrigen Körper sich manifestirt; so müssen wir gleichzeitig auch der Beweglichkeit des Kopfes und der Bildung des Halses gedenken, welche ebenfalls mit der höheren Entwickelung des Gehirns durch die Grofshirn-Bläschen bei den höheren Wirbelthieren erscheinen, und offenbar nicht wenig, wenn auch in entfernterer Beziehung, zur Selbstständigkeit des Gesichts beitragen.

Im niederen Wirbelthier-Reich bilden sich, so viel ich auch untersuchte, keine Grofshirn-Bläschen; Gehirn und Rückenmark verlaufen mit ihren Hüllen in einer Linie, wie in der ersten Entwickelungsperiode beim Hühnchen; wir haben hier keine Gesichts-Kopfbeuge, keine Beweglichkeit des Kopfes, keine Halsbildung. Der erste Visceralbogen entwickelt sich so einfach, wie der zweite; und die Kopf-Visceralröhre bildet ein gemeinsames Ganze zur Aufnahme der Nahrungsstoffe. Das Gesicht und Antlitz des Thieres ist gleichsam nur ein Anhang und der Anfang des ersten Kopfwirbels: es bleibt vorzugsweise auf die Mundöffnung und auf die Werkstätte des Geruchsinnes beschränkt, welcher vorherrschend beim Aufsuchen der Nahrungsmittel betheiligt ist.

Das Streben also des Gehirnes, sich selbst und den Halstheil des Rükkenmarks sammt der entsprechenden oberen Wirbelröhre, ganz unabhängig von den unter ihm befindlichen Anlagen, über den räumlich nur wenig ausgedehnten Kopftheil der *Membrana intermedia* während der Entwickelung gleichsam hinüberzuziehen, ferner das Hervortreten der Grofshirn-Zellen: diese beiden Bildungsvorgänge, sage ich, sind die Momente, welche unter den obwaltenden Verhältnissen die bekannte Krümmung des Schädels im höheren Wirbelthier-Reich und die Entstehung des Nackenhöckers hervorrufen. Die obere Wirbelröhre fügt sich ganz nach seinem Central-Organ. Die Bauch-Abtheilung des Rückenmarks folgt zwar dem Zuge des Gehirns, und erhält dadurch allmählig seine Ausbreitung über die Bauch-Abtheilung der künftigen Visceralröhre; doch bleibt sie anfangs im graden Verlaufe, und die spätere Krümmung, wenn der Schwanz hervorwächst, ist kaum in Betracht zu ziehen.

Während die Krümmung am vorderen Ende, auf dem Entwickelungs-Typus im höheren Wirbelthier-Reich begründet, sich überall erhält, wenn sie auch dem Grade nach von der höheren Ausbildung des Gehirns abhängig ist; so sehen wir die Krümmung am hinteren nach mehr individuellen Umständen sich abändern, und bei den Schlangen zeigt sie sich wegen der Länge des Leibes in einer Spiralform.

Wenn später der Kopftheil der Visceralröhre sich nach vorn erweitert und ausbildet, die Visceralbogen hervorwachsen und sich, während die Visceralplatten am Halse nicht frei nach unten herabsteigen, mit der Bauch-Abtheilung der Visceralröhre durch eine Art Zwischenbildung nach Analogie der *Musculi recti abdominis* sich in Verbindung setzen; dann gewinnt die entsprechende, obere Wirbelröhre mit ihrem Eingeweide wieder Raum zur Ausdehnung, die Krümmung verschwindet, der Nackenhöcker gleicht sich aus, nur die Gesichts Kopfbeugung verbleibt.

Das Hautsystem ist nächst dem Central-Nervensystem das Erste, was im animalen Systeme seine Metamorphose vollendet. Es zeigt sich dann stets als den Vorgänger des Wirbelsystems, welches unter seiner Assistenz und unter seinem Schutz die Umhüllung der Central-Organe nachträglich übernimmt. So hatten die Urplatten des Hautsystems durch Entwickelung der *Membrana reuniens superior* das Central-Nervensystem umgeben und den Rükkenplatten die obere Wirbelröhre formiren geholfen. Jetzt wird das Bestreben sichtbar, die *Membrana reuniens inferior* zu entwickeln. An der Kopf-Abtheilung des Embryo ist dieser Bildungsvorgang bei dem innigen Zusammenhange des Hautsystems mit der *Membrana intermedia* unserer Beobachtung entzogen. Wir können erst ihre Existenz wahrnehmen, wenn die Sonderung der Systeme daselbst weiter vorgeschritten ist.

Desto auffallender und sehr eigenthümlich ist die Entwickelung des Hautsystems an der Bauch-Abtheilung der künftigen unteren Visceralröhre; sie bildet sich hier zu der bekannten Amnions-Hülle aus, deren Entwickelung wir nun im Folgenden mittheilen.

Das *Amnion.*

Das Amnion ist demgemäfs, um von vorn herein einen Ueberblick zu gewähren, die, über die Kopf-Abtheilung der Embryo und über die schon formirte obere Wirbelröhre herüberwachsende und sich verlängernde *Membrana reuniens inferior* des Bauches. Die Entwickelung desselben führt uns zur Bauch-Abtheilung der *Membrana intermedia* zurück. Das Centrum der-

selben geht nämlich, im Umkreise der oberen Wirbelröhre der künftigen Bauchgegend und vor dem Herzen, als v. Bär'sche Kopfkappe unter dem abgeschnürten Kopftheile in die *Area vasculosa* ebenmäfsig über, und sucht mit seinem peripherischen Theil die Dotterkugel, gleichsam wie sein Eingeweide, zu umfassen. Wenn nun die Urplatten des Hautsystems zur *Membrana reuniens inferior* des Bauches sich entwickeln, so werden wir in dem bezeichneten Umkreise und in der Kopfkappe an der mittleren Membran eine Verdickung gewahr, welche eben v. Bär veranlafste, die ganze Membran für die Visceralplatten zu halten. Es liegen aber hier das Muttergebilde mit den, an ihr sich entwickelnden Platten der *Membrana reuniens inferior* beisammen. Die Abtrennung der letzteren gelang uns bis jetzt nicht, aber die Natur vollführt sie bald selbstständig unter unseren Augen durch die Bildung des Amnion. Diese beginnt zuerst am Kopfe vor dem Herzen (Kopfscheide) zu einer Zeit, wo das Central-Nervensystem noch grade verläuft. Die, jetzt gleichzeitig erfolgende Entwickelung des Gehirns nach vorn, die damit verbundene Krümmung am vorderen Ende, so wie die allmählige Drehung des Embryo auf die linke Seitenfläche, welche sich mit der beginnenden Krümmung zugleich zeigt, und wodurch die zu übersteigende Höhe verringert wird; dies Alles sind nicht wenig unterstützende Momente bei der Umhüllung des Embryo durch das Amnion. Sie geben uns das Bild, als wenn das Central-Nervensystem und namentlich das Gehirn nicht sowohl passiv und indolent sich von den Amnion-Platten umhüllen lasse, sondern selbstthätig in die Hülle sich hineinzöge, während letztere durch Wachsthum gleichsam sich entfaltet. Wenn die Hälften der *Membrana reuniens inferior* als Amnionplatten aufwärts sich erheben, so wird natürlich die sie schützende Umhüllungshaut als Falte gleichzeitig in die Höhe getragen. Diese Falte hat v. Bär (Keimhaut, seröses Blatt) für den wesentlichen Theil des Amnion gehalten; sie ist aber für die Platten desselben, wie für alle embryonischen Gebilde, nur die schützende Hülle, die jedoch hier zugleich, wie so oft, als Stütze dient.

Am Kopfe nun nimmt die Bildung des Amnion ihren Anfang. Die hier ineinander übergehenden Platten desselben erheben sich und stellen einen halbkreisförmigen erhabenen Saum dar, welcher die noch kleine Kopf-Abtheilung der *Membrana intermedia* umgiebt. (Tab. III. Fig. 4. Tab. V. Fig. 9. Tab. IV. Fig. 4.) Gleichzeitig beginnt die Krümmung des Embryo am vorderen Ende, und indem der Kopf mit der Stirnfronte sich unterwärts richtet, wird er sogleich von dem heranfrückenden Saum umfafst. Bald ist die ganze

Spitze des Kopfes umgeben, und die Kopfscheide des Amnion nicht zu verkennen. Nun wird die Krümmung stärker, das Gehirn drängt immer mehr nach vorn gleichsam gegen den Boden der Kopfscheide mit der gleichzeitigen Neigung zur linken Seiten-Lagerung, und das Amnion gelangt so, allmählig sich erweiternd, über den sich gleichsam hineinziehenden Schädel und Nackenhöcker, welcher letzterer gleichfalls eine Drehung nach der linken Seite macht. So hat die Kopfscheide die ganze Kopf-Abtheilung des Embryo umhüllt.

Unterdefs haben sich auch die Amnionplatten im Umkreise der Bauch-Abtheilung der oberen Wirbelröhre von der *Membrana intermedia* gelöset. Am hinteren Ende des Embryo, wo sie ineinander gleichfalls übergehen, bilden sie auch einen rundlich abgegrenzten Saum, die Grundlage der Schwanzscheide. Diese wächst aber durchaus nicht so selbstständig hervor, wie die Kopfscheide, und formirt vielmehr mit den Seitenplatten, die ihrerseits vorn mit der Kopfscheide zusammenhangen, ein gemeinschaftliches Ganze. An der unteren Fläche des Embryo markirt sich die Umbiegungsstelle der Amnionplatten nach aufwärts durch eine, etwas nach unten hervortretende Wulst. (Tab. IV. Fig. 7.) Dieses giebt denn das Ansehen, als ob die Abschnürung des Bauches schon begonnen habe, namentlich an der Schwanzscheide. Daher hat v. Bär die Abschnürung an der letzteren Stelle so sehr früh angeführt, und dadurch sich wohl zugleich verleiten lassen, das oberhalb dieser Wulst gelegene unausgebildete Ende des Embryo für den Anfang der Allantois zu halten. Die anfangs ziemlich dicken Amnionplatten wachsen nun, sich mehr verdünnend, aufwärts und nach der Mittellinie (Tab. IV. Fig. 8.), haben hier nur eine geringe Höhe zu überwinden, und vereinigen sich gegenseitig über der oberen Wirbelröhre in einer graden Linie zwischen der entgegenkommenden Kopf- und der kleinen Schwanzscheide. Die Amnion-Hülle ist nun fertig, und stellt die, über die obere Wirbelröhre verlängerte und vereinigte *Membrana reuniens inferior* des Bauches vor. (Tab. IV. Fig. 9.) Die Abschnürung des letzteren geht nun sogleich vor sich, in dem die Visceralplatten, an das Amnion sich haltend, hervorwachsen. Ihnen gleichsam den Weg zeigend, zieht sich die Basis des Amnion allmählig über die sich entwickelnden Eingeweide der Bauchhöle herüber; es bildet sich dadurch ein, mehr und mehr sich verengernder Hautnabel, und die *Membrana reuniens inferior* gelangt so zu ihrer eigentlichen Funktion. Der verlängerte äufserste Theil geht bei der Enthüllung gänzlich verloren.

Indem die Enden der Amnionplatten sich vereinigen, wird gleichzeitig die als Falte sie überziehende Umhüllungshaut, ganz so wie bei der Vereinigung der Urhälften des Central-Nervensystems, gleichsam durchgeschnürt. Der aufserhalb bleibende gröfsere Theil, seine Lücke verschliefsend, ist nun die sogenannte seröse Hülle (auch falsches Amnion), welche in der wesentlichen Funktion der Umhüllungshaut verharrt. Das innerhalb der Amnion-Höle eingeschlossene Stück läfst sich bis in die Mitte dieser Entwickelungsperiode noch deutlich vorfinden; später aber scheint es ganz zu verschwinden.

Die Ablösung der Amnionplatten von der *Membrana intermedia* betreffend, ist zu erwähnen, dafs sie ungefähr bis an die Stelle nach der Mitte hin geschieht, wo zwischen dem Wirbelsystem und der mittleren Membran die, den Embryo ernährenden Gefäfsstämme, Aorta und deren End-Aeste, verlaufen. (Tab. IV. Fig. 7.) Hier erhält sich der Zusammenhang zwischen dem animalen System und den übrigen, noch durch Blut-Vermittelung zu entwikkelnden Gebilden, welche durch die *Membrana intermedia* jetzt repräsentirt werden, fortwährend; ebenso wie im entwickelten Thiere alle, vom Blute lebenden Systeme und Organe in der Aorta und deren beiden End-Aesten gleichsam zusammenkommen. In dem gegenwärtigen Entwickelungsleben, wo alle Verhältnisse des ausgebildeten Thieres sich in einer klareren Anschauung und Uebersicht wiedergeben, ist die Zusammenhangsstelle zwischen dem animalen System und der *Membrana intermedia*, da die Ernährung direkt noch durch den Aortenstamm und die End-Aeste vermittelt wird, um so gröfser und auffallender. Sie verkleinert sich aber im Verhältnifs zu dem sich entwickelnden Embryo in dem Grade, als weitere Verzweigungen der Aorta die Ernährung übernehmen. Nach aufsen reicht die Ablösungsspalte bis an das Ende der Amnionplatten, da, wo das Ende der *Membrana intermedia* in den peripherischen Theil (*Area vasculosa*) übergeht. Es entsteht also eine vollkommene Lücke in der Bauch-Abtheilung rings um den Embryo zwischen den Platten des Amnion und der zurückweichenden *Membrana intermedia*, so dafs das Centrum der letzteren hier eine neue Oberfläche gewinnt, um getrennt vom animalen System die Hilfs-Organe des Blut- und Darmsystems abzusondern. Die Gebilde befinden sich dann innerhalb der bezeichneten Lücke, welche später allmählig zur Bauchhöle verwandelt wird. (Tab. IV. Fig. 7. 8.)

Auf der Grenze des Fruchthofes zur *Area vasculosa* erhält sich nun, indem die Enden der Platten des Amnion emporwachsen, anfangs noch die Verbindung des peripherischen Theiles der *Membrana intermedia* mit der

Umhüllungshaut. Während daher die dicken Amnionplatten mit gleichzeitiger Verdünnung über die obere Wirbelröhre hinüberwachsen und ihre Falte der Umhüllungshaut vor sich hertragen, folgt zu den Seiten die *Area vasculosa*, ihnen nach, so dafs letztere (der peripherische Theil der *Membrana intermedia* mit der Rindenschicht des Dotters und der entsprechenden Umhüllungshaut) theilweise noch auf den Embryo hinauf gelangt. (Tab. IV. Fig. 9. Tab. V. Fig. 7.) Auf diese Weise verbleibt die Umhüllungshaut durch den Zusammenhang mit dem peripherischen Theil der mittleren Membran noch in der Funktion, den Embryo schwebend über dem Dotter an der Dotterhaut zu erhalten. Früher war der Befestigungspunkt im Fruchthofe selbst, jetzt ist derselbe durch die Entstehung des Amnion auf den Gefäfshof beschränkt, und der Embryo schwebt frei in der Mitte. Wenn aber der Embryo sich vergröfsert, die Abschnürung des Leibes vor sich geht, das Centrum der *Membrana intermedia* sich zur Entwickelung der Eingeweide in den Bauchraum gleichsam zurückzieht; so mufs der peripherische Theil nachgeben und von der Umhüllungshaut allmählig sich lostrennen, was nachträglich vollständig durch die Entwickelung der Allantois zwischen Amnion und Umhüllungshaut bewerkstelligt wird.

In der Höle des Amnion wird von deren Umgebungen (Hautsystem) eine anfangs sich immer stärker vermehrende Flüssigkeit abgesondert, das Amnionwasser, welches in dem letzten Zeitraum des Entwickelungslebens allmählig wieder verschwindet, aufgesogen wird. Der *Liquor Amnii* mag in der Art, wie er das Volumen des Embryo vergröfsert, dazu dienen, um die schwebende Stellung des letzteren über dem Dotter und in dem, im Dottersacke sich ansammelnden Fluidum zu erleichtern.

Mit Rücksicht auf den Ernährungsprozefs ist es aber von Wichtigkeit, zu bestimmen, wie sich der abgeschiedene *Liquor amnii* zum Embryo verhalte. Wir wissen, dafs die Ausscheidung unbrauchbarer Stoffe eine eben so nothwendige Bedingung des organischen Lebens sei, wie die Aneignung von Nahrungssubstanz; dafs ferner die absondernden Drüsen nur darin sich von den übrigen Geweben unterscheiden, dafs es ihre vorzugsweise Funktion geworden, abzusondern, und das Secret durch Abführungsgänge entweder aus dem Körper zu entfernen oder dahin zu leiten, wo es noch im Organismus brauchbar ist. In der frühesten Zeit des embryonischen Lebens fehlen absondernde Organe, es fehlen überhaupt angesammelte, ausgeschiedene Massen; doch der Ausscheidungsprozefs der Zellen darf dieserhalb nicht abgelängnet werden.

Wir müssen vielmehr voraussetzen, dafs zur Zeit, wann sich das Leben des Embryo mehr auf Bildung von Anlagen beschränkt, wie jetzt andauernd in der *Membrana intermedia*, wenn ferner eine gröfsere Indifferenz unter den Zellen besteht, dafs dann die ausgeschiedenen Massen irgend wie in den Anlagen sogleich verbraucht werden. Absonderungs-Organe und ausgeschiedene Stoffe markiren sich zuerst am deutlichsten in dem so frühzeitig wirksamen Blutsystem an dem Secret der Wolff'schen Körper, am *Liquor sanguinis*, an den Ausscheidungen der *Area vasculosa*.

Ziemlich zu gleicher Zeit mit dem Secret der Wolff'schen Körper zeigt sich der *Liquor amnii* an der Oberfläche des animalen Systems, welches zuerst angelegt wurde, und die am meisten differente Ausbildung eingeht. Dafs hier unter solchen Umständen ausgeschiedene unbrauchbare Stoffe zu erwarten sind, geht aus dem Vorhinangeführten, wie ich glaube, hinlänglich hervor. Die Ernährung des animalen Systems geschieht nun gegenwärtig durch die Aortenbogen, durch die Aorta und deren End-Aeste, und es bleibt, wenn auch später sich feinere Verzweigungen bilden, immer noch eine Partie der Substanz entfernter von den Gefäfsen gelagert. Die abgeschiedenen Stoffe der Zellen können daher nicht durchweg in die Blutbahnen hineingelangen, und dennoch sehen wir sie nicht innerhalb des Gewebes irgendwo angesammelt; sie werden also von benachbarten Zellen aufgesogen. Es wiederholt sich demnach bei der jetzigen Ernährung der Zellen dasselbe Gesetz, wie späterhin bei ganzen Geweben und Organen, dafs nämlich die Ausscheidungsmasse eines Theiles noch ein brauchbares Nahrungsmaterial für einen andern wird. Die ausgeschiedenen Stoffe werden nun in dem Grade zur Ernährung weniger geeignet, je mehr die Zellen von den Gefäfsen entfernt sind. Das am meisten nach aufsen gelegene Hautsystem erhält auf diese Weise eine ausgeschiedene Substanz zum Nahrungsmaterial, welches am wenigsten zur Verbreitung innerhalb der Anlagen geeignet ist, und der von ihm ausgeschiedene *Liquor amnii* wird als gänzlich unbrauchbar aus dem Körper entfernt.

Obgleich nun das oberflächlich gelegene Hautsystem als dasjenige Gebilde zu betrachten ist, welches den *Liquor amnii* zunächst ausscheidet, so dürfen wir letzteren bei der angeführten Ernährungsweise dennoch dem Wesen nach als die allgemein unbrauchbare Substanz des animalen Systems ansehen, welche gewissermafsen nur hier ihre Ablagerung findet. Dafür spricht denn auch das spätere Verhalten dieser Absonderung. Wenn nämlich die Ausbildung des animalen Systems im Wesentlichen vollendet ist, die Gefäfse sich

auf das Feinste vertheilen, auch die Lymphgefäfse als das allgemeine System von Ableitungskanälen derjenigen Stoffe, welche von nicht blos secernirenden Geweben ausgeschieden werden, sich hervorgebildet haben; unter diesen Umständen, sage ich, sehen wir die Abscheidung des *Liquor amnii* an der Oberfläche des Hautsystems allmählig aufhören, obschon letzteres sich mehr ausgebreitet und sogar eine Menge absondernder Drüsen entwickelt hat. Der *Liquor amnii* wird dann sogar noch aufgesogen, und es zeigen sich auf der Oberfläche des Körpers jene dem Hautsysteme eigenthümlichen, abgeschiedenen Stoffe. Wir haben dieselben Erscheinungen, nur, weil kein Amnion sich entwickelt, modifizirt bei der Frosch-Larve, bei welcher sich ein etwas dickflüssigeres Fluidum unter der Umhüllungshaut ansammelt und das ödematöse Ansehen hervorruft. Wie dieses lymphartige Fluidum bei der Frosch-Larve die Umhüllungshaut wohl noch ernähren mag und, wenn es bei der Larven-Metamorphose assimilirt wird, die Verkümmerung desselben hervorruft, so scheint der *Liquor amnii* die Ernährung des Amnion theilweise zu unterhalten und bei dem Verschwinden das Absterben desselben zu unterstützen. Blutgefäfse sind wenigstens später erst und nur in der Nähe der Bauchwandungen im Amnion zu bemerken.

Das Amnion mit seinem Fluidum zeigt sich nun schon in zweifacher Hinsicht für das Entwickelungsleben des Hühnchens unterstützend: einmal erleichtert es die schwebende Haltung des Embryo, und dann bewahrt es eine, für den letzten Zeitraum des embryonischen Lebens noch brauchbare Nahrungssubstanz. In specieller Beziehung zur Bauch-Abtheilung der Visceralröhre, zu welchem das Amnion als eine Verlängerung der *Membrana reuniens inferior* gehört, darf nicht übersehen werden, dafs durch seine Bildung der erste Schritt zur Trennung des animalen Systems von der *Membrana intermedia* eingeleitet wird, und dafs auf diese Weise die im Bauche so merkwürdige Isolirung der jetzt von der mittleren Membran sich entwickelnden Gebilde, welche dem Blut- und Darmsystem sich anreihen, Unterstützung findet.

Wenn wir nun schliefslich die Verhältnisse erwägen, auf welche die Bildung des Amnion im höheren Wirbelthier-Reich begründet ist, so können wir nur auf den verschiedenen Plan der Entwickelung in den beiden Wirbelthier-Abtheilungen zurückkommen. Bei den niederen Wirbelthieren ist der Dotter für die Vollendung eines Entwickelungslebens im freien Zustande berechnet. Die *Membrana reuniens inferior* wächst überall gleichmäfsig nach unten, und umgiebt von vorn herein den Dotter, welcher nur für die Ent-

wickelung der Eingeweide in der Bauchhöle ohne Vermittelung durch Blutgefäfse bestimmt ist, wie dieses auch mit einer niederen Bildungsstufe der thierischen Entwickelung im Einklange steht. Im höheren Wirbelthier-Reich ist mit der höheren Bildungsstufe zugleich ein Entwickelungsleben in der Eizelle und dessen Umgebungen gegeben. Nicht gefäfslos werden die Systeme angelegt und im Wesentlichen entwickelt, sondern der Dotter soll hauptsächlich durch das Blutsystem wirken. Er schafft sich zu diesem Behufe einen Vermittler in der Anlage des Embryo, die *Membrana intermedia*, und die Bedingungen zur Funktion einer *Area vasculosa* sind nothwendig geworden. Würde hier die *Membrana reuniens inferior* auch am Bauche fortwachsen, um den Dotter zu umhüllen, so könnte die Funktion einer *Area vasculosa* dabei nicht fortbestehen.

Aufser den genannten Entwickelungen des Hautsystemes kommen keine anderen Anlagen bei den höheren Wirbelthieren vor. Kiemen oder etwa ein Kiemengerüste zeigen sich nicht: es fehlt auch jede Spur eines Analogon.

Die Aortenbogen, auf deren Bedeutung wir beim Blutsystem zurückkommen, können füglicherweise kein *Punctum analogiae* abgeben. Wenn sie auch mit den Kiemen und dem Kiemengerüste in Verbindung stehen, so hangt darum noch nicht das Wesentliche dieses Apparates von ihnen ab. Kiemen und Kiemengerüste bilden ein individuelles System einer Wasser-Athmung im niederen Wirbelthier-Reich bei freier Bewegung im Wasser. Grade diese letztere nothwendige Bedingung steht im direkten Widerspruche mit dem Entwickelungsplan im höheren Wirbelthier-Reich. Die Wasser-Athmung ist in der Heranbildung der Dotter-Zellen zu einem gemeinschaftlichen thierischen Zellen-Organismus begründet, und wir sehen daher dieselbe in der *Area vasculosa* durch das Eiweifs auch im höheren Wirbelthier-Reich auf der ersten Bildungsstufe vermittelt, ohne dafs das Haut-System irgend einen Antheil daran nimmt.

Das Wirbelsystem hat schon in der ersten Entwickelungsperiode die obere Wirbelröhre mit Hilfe der *Membrana reuniens superior* formirt. Diese richtet sich in ihrer Ausbildung ganz nach dem Central-Nervensystem. Sowie dieses, namentlich das Gehirn, sich unabhängig von den unterhalb befindlichen Gebilden entwickelt, ebenso folgt auch seine Hülle, die obere Wirbelröhre. Die Rückenplatten wachsen unterdefs immer weiter herauf, die *Membrana reuniens superior* wird kleiner, und erscheint nach der Vereinigung der Rückenplatten zuletzt nur als Ueberzug im Hautsystem.

Wenn das Gehirn beinahe in seiner halben Ausdehnung sich über die Kopf-Abtheilung der *Membrana intermedia* hinübergezogen, so entwachsen von den Urplatten des Wirbelsystems da, wo die Rückenplatten nach oben abgehen, die Visceralplatten nach unten. Am Kopfe werden sie zuerst sichtbar an den herunterwachsenden Visceral-Fortsätzen, die sich allmählig zu den entsprechenden Visceralbogen vereinigen. Ihre Entwickelung wird durch die Aortenbogen unterstützt. Indem sie nämlich in dem Parenchym der Kopf-Abtheilung der *Membrana intermedia* herabsteigen, gerathen sie auf die Aortenbogen und werden reichlich mit Nahrungsstoff getränkt. Ist der erste Visceralbogen fertig, so ist der zweite der Vollendung nahe, und der dritte im Entstehen. Nachdem auch dieser letztere beinahe vollendet ist, beginnt das Gehirn mit seiner Hülle allmählig sich wieder zu erheben, die drei, den Schädelwirbeln entsprechenden Visceralbogen folgen nach, und das Herz und die Aortenbogen scheinen sich zurückzuziehen. In der Wirklichkeit aber gelangt nun, während die schon entwickelten Visceralbogen allmählig sich gleichsam aufrichten, hinter denselben die Hals-Partie in der Kopf-Abtheilung der *Membrana intermedia* durch eigenes Wachsthum über die Aortenbogen hinweg, um jetzt eine, dem stärker hervortretenden Nackenhöcker korrespondirende, untere Röhre auszubilden. (Tab. V. Fig. 8.) Die Aortenbogen verbleiben also mit dem Herzen an ein und derselben Stelle, nur das um ihnen gelagerte Gewebe verändert sich und wird allmählig, indem sich der Schädel und der Nackenhöcker mit dem Central-Nervensystem nach vorn entwickelt, diesen beiden entsprechend, durch Wachsthum nach vorwärts verlängert. Dieser eigenthümliche Bildungsvorgang hat das offenbare Ansehen, als ob der Schädel und Nackenhöcker mit dem Central-Organ sich nur über die Kopf-Abtheilung der *Membrana intermedia* hinübergezogen, um auf die Ausbildung desselben zur Kopf- und Hals-Partie ihren ganzen Einfluss geltend zu machen.

Bei den höheren Wirbelthieren entwickeln sich also drei Visceralbogen, da kein Kiemengerüst eine Beeinträchtigung hervorruft. Ja, der erste Visceralbogen erweitert sich sogar, in Folge der Ausdehnung des Schädels durch die Grofshirn-Zellen, oberhalb nach vorn (Gaumenbein, Flügelbein), und dient mit seinem entsprechenden Schädelwirbel zur Bildung eines isolirten Gesichtes bei den höheren Wirbelthieren.

Hinsichtlich der Metamorphose der Visceralbogen und Visceralspalten verweise ich auf meine Untersuchungen. Die knöchernen Grundlagen der

Visceralbogen finden wir in den meisten Gesichtsknochen, in den Gehörknöchelchen, in dem Zungenbein wieder; von den drei Visceralspalten erhält sich im höheren Wirbelthier-Reich nur die erste in der *Tuba Eustachii*, in der Paukenhöle, in dem äufseren Gehörgange; während bei den niederen Wirbelthieren die zweite zur Aufnahme des Kiemensystems sich ausbildet, die erste aber verwächst.

Auf den kiemendeckelartigen Fortsatz des zweiten Visceralbogens will ich hier noch zurückkommen, der in Beziehung zur Halsgegend beim Hühnchen so merkwürdig über den dritten Visceralbogen hinweg, auf den Hals herauf bis nach der Gegend des Brustgürtels sich erweitert, und hier verwächst. Dieser Fortsatz hat nicht die Funktion, Kiemenspalten und eine Kiemenhöle zu schützen, denn diese existiren eben so wenig bei den höheren Wirbelthieren, als überhaupt das Kiemen-System. Bei den Tritonen und Fröschen überzeugen wir uns aber von einer anderen Funktion desselben, indem nämlich durch ihn für die Luft-Athmung vermittelst der Lungen die hintere, lückenhafte Gegend der Visceralröhre des Kopfes vervollständigt wird, welche nach der Verkümmerung des Kiemen-Apparates zurückbleibt und durch die Entwickelung desselben ursprünglich hervorgerufen wurde. In ähnlicher Weise verhält sich der kiemendeckelartige Fortsatz beim Hühnchen zu der Halsgegend. Letztere ist bei den höheren Wirbelthieren die Uebergangsstelle von der Kopf-Abtheilung der Visceralröhre zu der Bauch-Abtheilung. Und wie im niederen Wirbelthier-Reich das Kiemengerüst die Ausbildung des dritten Visceralbogens beeinträchtigt, und vielmehr für sich die Entstehung eines Kiemenbogenträgers veranlafst; ebenso macht sich das Auftreten einer freieren Lungen-Athmung in der Halsgegend geltend, und behindert das freie Herunterwachsen der Visceralplatten zur Vereinigung nach unten. Es entsteht nur eine Art gesonderter Schlufsbildung, welche durch die Muskeln zwischen der Schlundgegend und Brust, so wie durch die *Cartilago thyreoidea* und durch die *Musculi sternothyreoidei* repräsentirt wird. Zur Unterstützung der Entwickelung dieser Verbindungstheile dient nun jener, vom zweiten Visceralbogen zur Brust hinüberwachsende, sogenannte Kiemendeckel-Fortsatz. Derselbe ist nun ein Anfsengebilde der unteren Wirbelröhre, welches dem Athmungs-Apparate der Wirbelthiere überhaupt angehört, zum Kiemendeckel der Fische ausgebildet wird, und sich vom zweiten Visceralbogen ebenso entwickelt, wie der Unterkiefer vom ersten, und Brust- und Beckengürtel von der Bauch-Abtheilung der Visceralplatten. Wenn wir übrigens vom Athmungs-

Apparat der höheren Wirbelthiere sprechen, so ist dabei wesentlich zu berücksichtigen, dafs mit der Luft-Respiration gleichzeitig das Hervortreten der Stimme gegeben ist, und dafs diese Eigenthümlichkeit bei der Ausbildung der, in ihren Bereich fallenden Hals-Partie der unteren Wirbelröhre von wesentlichem Einflusse wird.

Wenden wir uns nun zur Bauch-Abtheilung der unteren Wirbelröhre, so sehen wir hier die Visceralplatten allmählig den Urplatten des Wirbelsystems entwachsen. Sie halten sich dicht an das Hautsystem, welches als *Membrana reuniens inferior* in das Amnion ausläuft. Sie sind nicht loszutrennen, aber ihr Hervortreten markirt sich durch eine, von den Urplatten ausgehende Verdickung der Substanz, ähnlich wie sich die Amnionplatten anfangs darstellen, nur mehr auf einen engeren Raum ursprünglich beschränkt. Fügen wir nun hinzu, dafs die Visceralplatten den Amnionplatten auf dem Fufse nachfolgen, dafs vorn oft schon die ersteren sichtbar geworden, während hinten die letzteren vorherrschen, so wird erklärlich, dafs beide Theile sehr leicht verwechselt werden können. Die Richtung der Amnionplatten nach aufwärts giebt dann immer den Unterschied. Da das Hautsystem des Bauches sich bereits von der *Membrana intermedia* getrennt hat, so wachsen auch die Visceralplatten frei fort, und das ganze animale System erhält hier also eine isolirte Lagerung. Nur in der Mitte, wo die Aorta mit ihren End-Aesten verläuft, trifft das Wirbelsystem mit der mittleren Membran zusammen.

Durch das Erscheinen der Visceralplatten wird die Abschnürung oder besser die Abschliefsung des Bauches eingeleitet, und das Hautsystem schreitet darin ebenso voran, wie bei der oberen Wirbelröhre. Von allen Seiten erweitert sich die Basis des Amnion über die vorhandenen und sich bildenden Eingeweide der Bauchhöle herüber, und bildet auf diese Weise eine sich mehr und mehr verengernde Nabelöffnung (Hautnabel), durch welche dann die von dem peripherischen Theile der *Membrana intermedia* umfafste Dotterkugel (Nabelblase) mit dem Embryo in Verbindung steht (Dottergang, Darmnabel). Aufserdem hangt auch der peripherische Theil der Allantois mit seinem Stiele, dem *Urachus*, durch den Hautnabel zusammen. Auf diese Weise gelangt also das Hautsystem am Bauche in seine anfängliche Funktion, als *Membrana reuniens inferior*. Die Visceralplatten folgen nun dem Hautsysteme nach, sich an dasselbe stützend. Doch geschieht dieses nicht gleichmäfsig von allen Seiten, sondern es beginnt zuerst am vorderen Ende, dann am hinteren, zuletzt an den dazwischen gelegenen Partieen: daher die Oeffnung des Haut-

nabels mehr nach hinten seine Lage erhält. Wenn die Abschliefsung am vorderen Ende ihren Anfang nehmen soll, so dehnt sich die Basis der Kopfscheide des Amnion (wo früher die v. Bär'sche Kopfkappe), von der Krümmung des Kopfes unterstützt, zunächst über das jetzt hufeisenförmige Herz und sein Pericardium hinweg. Die Vereinigung der Visceralplatten erfolgt hier erst dann, wenn die Hals-Partie sich nach vorn entwickelt hat, und das Herz gleichsam frei geworden ist. Das lokale Verhältnifs des Herzens zu den vorderen Enden der Visceralplatten des Bauches, die sich bald an den vorderen Extremitäten offenbaren, ist anfangs so merkwürdig, dafs man sich kaum von dem Gedanken eines Zurückweichens desselben nach hinten losmachen kann. Man mufs aber stets hier festhalten, dafs das Herz von Anbeginn seine feste Lage im vorderen Theile der künftigen Bauchhöle hat, dafs vielmehr das Central-Nervensystem mit seinem Wirbelsystem sich über ihn hinwegbewegt, und dafs die Visceralplatten sich nach ihm richten müssen. Hat das Gehirn mit der angrenzenden Hals-Partie des Rückenmarks durch Vermittelung des Herzens die abgeschnürte Kopf-Abtheilung der *Membrana intermedia* für sich nach vorn entwickelt, dann haben die vorderen Enden der Visceralplatten des Bauches (Brustgürtel) eine solche Stellung, dafs sie das freigewordene Herz sofort umschliefsen können.

Wenn am hinteren Ende der Bauchhöle die hier ineinander übergehenden Visceralplatten hervorgewachsen sind, so entwickelt sich auch, als eine gemeinschaftliche Fortsetzung beider Wirbelröhren, der Schwanz, und tritt natürlicherweise in die Amnionhöle. Jene weifslich sich markirende, rundliche Zellenmasse aber (Tab. V. Fig. 4.), welche wir als das unausgebildete Schwanz-Ende der oberen Wirbelröhre bezeichneten, hat sich vollständig verzogen.

Die Extremitäten treten sehr früh schon am vorderen und hinteren Ende der Bauchhöle als erhabene Leisten an der Aufsenseite der Visceralplatten hervor, und lassen anfangs gar nicht unterscheiden, welcher individuellen Ausbildung sie anheimfallen werden. Es sind anfangs, wie überall bei den höheren Wirbelthieren, nur längliche, fast walzenförmige Fortsätze mit einem plattgedrückten, abgerundeten breiten Ende. Letzteres enthält die Anlage der Hand und des Fufses. In ihm erkennt man bald härtere Ablagerungen, in der Hand vorzüglich drei, am Fufse vier, welche etwas strahlenförmig verlaufen, und in den späteren Mittelhandknochen und Zehen erhalten sind. Am Ende dieses Zeitraums kann die Flügel- und Beinbildung schon erkannt werden.

Der allgemeine Entwickelungsvorgang der unteren Wirbelröhre im höheren Wirbelthier-Reich zeigt, was wir schon öfter zu bemerken Gelegenheit nahmen, eine auffallende Verschiedenheit von dem der niederen Wirbelthiere. Bei letzteren werden obere und untere Wirbelröhre gleichzeitig von den Urplatten des Wirbelsystems entwickelt, und bei der ferneren Ausbildung zeigen sich in der unteren nur zwei Abtheilungen, die vordere dem Schädel, die hintere dem Rumpfe entsprechend. In der Visceralröhre des Kopfes wird die Kopf-Abtheilung des Darmsystems eingeschlossen; das animale und Darmsystem wirken hier gemeinschaftlich. Auf dem Uebergange zum Rumpfe erhält das, dem animalen System sich anreihende Kiemengerüst seine Lage, so zwar, dafs dadurch nur die Ausbildung der Kopf-Visceralhöle selbst, die Entwickelung des dritten Visceralbogens, wesentlich beeinträchtigt wird. In der ganzen Rumpf-Visceralhöle hat dagegen das Darmsystem seinen selbstständigen Sitz aufgeschlagen. Die näheren Beziehungen also, welche das animale System zum Darm- und Blutsystem hat, sind auf die Kopf-Visceralhöle beschränkt. — Bei den niederen Wirbelthieren findet demnach ein mehr gleichmäfsiges Verhalten zwischen dem animalen und Darmsystem statt.

Im höheren Wirbelthier-Reich prädominirt das animale System. Das Central-Organ schafft sich zuerst seine obere Wirbelröhre, und in Abhängigkeit von dieser erst später entstehen die Visceralplatten für die untere. Nach seiner höheren Wirksamkeit richtet sich die Ausbildung der Kopf-Visceralhöle zunächst in Bezug auf das Darmsystem. Nicht von dem Geruchsinn allein, sondern auch von den übrigen höheren Sinnen wird das Aufsuchen der Nahrungsmittel abhängig gemacht. Es bildet sich ein erweitertes und mehr isolirtes Gesicht; das Auge, das Ohr treten in seinen Bereich, eine bewegliche Zunge wächst hervor. Demgemäfs entwickeln sich auch die drei, den Schädelwirbeln entsprechenden Visceralbogen vollständig, sogar im erweiterten Maafse; sie werden zu dem mehr isolirten Gesichte, zu Gehörknöchelchen, zum Zungenbein verwendet.

Der höheren Bedeutung des animalen Systems entspricht auch die Ausbildung des, zu ihm sich haltenden Athmungs-Apparates. Aus dem Bereiche der Kopf-Visceralhöle zurückgedrängt, wo das animale Leben mit dem Kopftheil des Darmsystems gemeinschaftlich wirkt, wird für dasselbe der angrenzende Rumpftheil der Visceralröhre, die Hals-Partie, in Anspruch genommen. Hier macht sich der Athmungs-Apparat in seiner Beziehung zum Wirbelsystem vorzugsweise geltend. Das Darmsystem erhält nur einen Durchgang, und

beschränkt sich in seinem selbstständigen Leben auf die hintere, gröfsere Abtheilung der Rumpf-Visceralröhre (Bauchhöle). Die ganze untere Wirbelröhre scheidet sich demnach bei den höheren Wirbelthieren in drei Theile, in die Kopf-, Hals- und Bauch-Partie, so zwar, dafs die beiden ersteren (Kopfpartie und Hals) zur letzteren (Bauch) einen Gegensatz bilden, während der ganzen Entwickelung zusammenhangen, und eine gemeinschaftliche Kopf-Abtheilung darstellen. Sie umfassen die Abtheilung der unteren Wirbelröhre, welche mit ihrem Inhalt in näherer Beziehung zum animalen System steht, während in der Bauchhöle die selbstständige Wirksamkeit des vegetativen Central-Organes vorherrscht. In Rücksicht auf das gegenseitige Verhältnifs der beiden Haupt-Abtheilungen in der unteren Wirbelröhre, ist die Hals-Partie als ein Verbindungstheil und Uebergangsstück der Visceralhöle des Kopfes zu der des Bauches anzusehen; wie in ähnlicher Art bei den niederen Wirbelthieren der Kiemenbogenträger Dieses vertritt.

Bei den höchsten Wirbelthieren (Säugethiere) wird das selbstständige Leben des vegetativen Central-Organs auf eine noch kleinere Abtheilung der unteren Wirbelröhre beschränkt, und das, beide Hauptsysteme des thierischen Lebens vermittelnde Blutsystem wendet sich mit dem Herzen und mit dem ganzen Athmungs-Apparat mehr dem überwiegenden animalen Systeme zu: Entstehung der Brusthöle.

Bevor wir von der unteren Wirbelröhre scheiden, mögen wir uns noch vergegenwärtigen, auf welche Weise die Bildungsgeschichte die Sonderung und das innigere Ineinandergreifen des animalen Systems auf der einen und des Darm- und Blutsystems auf der anderen Seite unterstützt und begründet. Ueberall, wo das Central-Organ des Darmsystems in seine volle Wirksamkeit tritt, also in der Bauchhöle, zeigt sich auch in der Entwickelung die Sonderung des animalen Systems von demselben sehr auffallend. Bei den niederen Wirbelthieren wird eine solche Isolirung durch die schichtweisen Ablagerungen des Dotters ohne Blutvermittelung sehr erleichtert, zumal die zusammengehörenden Gebilde bei der Entstehung eine bestimmte Reihenfolge beobachten. Im höheren Wirbelthier-Reich, wo alle assistirenden Systeme der thierischen Central-Organe gemeinschaftlich in der *Membrana intermedia* gegeben sind, wo die ganze Entwickelung hauptsächlich von dem Blutsystem abhangt, ist es die Bildung des Amnion, durch welches die Trennung in der Bauchhöle zwischen den Hauptsystemen eingeleitet und vermittelt wird: und die Visceralplatten, sowie die Darmhaut können sich gesondert entfalten.

In dem Kopftheile der unteren Wirbelröhre machen sich nun überall im Wirbelthier-Reich die innigeren Beziehungen zwischen dem animalen System und dem Darm- und Blutsystem geltend; die vordere Partie desselben gehört mehr der Kopf-Abtheilung des Darmsystems an, die hintere in dem Uebergange zur Bauchhöle dem Athmungs-Apparate. Letzterer hat auch im niederen Wirbelthier-Reich gemäfs der Genesis eine vollkommene Gemeinschaft mit dem animalen System, obschon in einem kleineren Umfange; und die Lagerung des Herzens, sowie das eigenthümliche Verhalten des Dotters in dieser Gegend ist ganz geeignet, dieselbe zu realisiren. Doch der Kopftheil des Darmsystems zeigt sich in der vorderen Partie der Mundhöle gleich bei der Anlage aus dem Dotter selbstständig; er breitet sich gleichsam nur an der inneren Fläche der beiden Visceralbogen aus, nachdem diese schon hervorgewachsen sind, um eine für die blofse Aufnahme der Nahrungsmittel geeignete, bewegliche Hülle zu haben. Diese Selbstständigkeit zeigt sich auch in der Entwickelung von Knochengerüsten behufs seiner Funktion (Tritonen etc.). Die überall gleichmäfsig erfolgende, schichtweise Ablagerung der Systeme von dem Dotter, ohne Vermittelung des Blutsystems, steht mit dieser Selbstständigkeit des Darmsystems auch in der Kopf-Abtheilung im Zusammenhange.

Ganz anders gestalten sich die Verhältnisse im höheren Wirbelthier-Reich. Die Kopf-Abtheilung der künftigen Visceralröhre mit ihren Eingeweiden hat eine gemeinschaftliche Anlage, gebildet durch die abgeschnürte einfache *Membrana intermedia*. Die entsprechende obere Wirbelröhre mit dem Central-Nervensystem zieht sich über sie herüber; das Herz verzweigt seine Aortenbogen zur Unterstützung der Entwickelungen in ihr. Indem nun die Visceralplatten von den Urplatten des Wirbelsystems sich hervorbilden, wachsen sie nur in der Substanz der *Membrana intermedia* selbst mit Hilfe des Gefäfssystems weiter, und die nach innen liegende Zellenmasse wird gleichzeitig für die Eingeweide verwendet. Die ursprüngliche Höle der Anlage bleibt für den *tubus intestinalis*, so zwar, dafs sie in der Halspartie durch die Bildung der *Arteria aspera*, des *larynx* etc. bedeutend in den Hintergrund gedrängt wird. Ueberall sind es ein und dieselben Aortenbogen, welche, wenn auch in der Halspartie mit Modifikation ihrer Form, die Entwickelungen der abgeschnürten Kopf-Abtheilung der *Membrana intermedia* leiten. Es ist ersichtlich, dafs das Ineinandergreifen der einzelnen Systeme unter solchen, ursprünglich gegebenen Verhältnissen zu dem Grade gedeihen kann, den der überwiegende Einflufs des Central-Nervensystems nothwendig erfordert.

In Betreff der Wirbelsaite kann man sich auch beim Hühnchen, wenn gleich nicht so deutlich, überführen, dafs dieselben Bildungsvorgänge, wie bei der Froschlarve obwalten. Sie verkümmert zwischen den Urplatten des ersten Schädelwirbels sehr früh, und das Residuum des vordersten Endes erhält sich als *Glandula pituitaria*, bis zu welcher noch einige Zeit der Strang der Wirbelsaite deutlich verfolgt werden kann. Die Umhüllung und Einschliefsung der *Chorda dorsalis* durch die Urplatten des Wirbelsystems geschieht auch beim Hühner-Embryo nach meinen Untersuchungen zuerst von unten und dann sehr bald von oben, so dafs dieselbe also zu einer frühen Zeit mit dem Central-Nervensystem gleichsam zusammen in der oberen Wirbelröhre sich befindet. Nachdem sie vollständig umwachsen, liegt sie locker und leicht herausdrückbar in dem Kanale der Urplatten des Wirbelsystems am Rumpfe, grade über der Aorta. Eine Hülle und eine Kernmasse läfst sich beim Hühnchen nicht unterscheiden: am wenigsten aber zeigte sich mir irgend eine genetische Beziehung zur Ausbildung der Wirbelsäule und Schädelbasis.

Anmerkung. Ich wiederhole, dafs es mir nicht gelungen ist, beim Hühnchen die Ausstülpung der Mundhaut in die Schädelhöle hinein, wodurch nach H. Rathke die *Glandula pituitaria* entstehen soll, zu beobachten. Man sieht zwar ebenso beim Hühnchen, wie bei den Schlangen (bei den Tritonen und Fröschen fehlt sie, obschon die *Glandula pituitaria* vorhanden ist) eine rundliche Grube an der unteren Fläche der Schädelbasis im Grunde der früher beschriebenen Beugungsstelle. Doch finde ich hier nicht, wie Herr Professor Rathke, eine Oeffnung, welche etwa eine offene Kommunikation der Mund- und Schädelhöle bilden würde; sondern ich konnte stets eine deutliche, wenn auch zartere Trennungswand freilegen, die mit den dickeren Seitentheilen der Schädelbasis zusammenhing. Auch darf ich bemerken, dafs die *Glandula pituitaria* bereits schon vorhanden ist, wenn die bezeichnete, von der Mundhaut ausgekleidete Grube erst in der Bildung begriffen. Sie liegt dann nicht etwa grade über der Grube, sondern mehr hinter derselben an der vorderen Fläche des in die Schädelhöle sich erhebenden Theiles der Basis, in der Gegend der künftigen *Processus clinoidei posteriores*. Da also, wo die Urplatten des Wirbelsystems auch oberhalb der *Chorda dorsalis* sich zu vereinigen beginnen, und das schon verkümmerte Ende der letzteren in der mit dem Gehirn ursprünglich gegebenen Verbindung als Gehirn-Anhang vor sich liegen haben. Die eigenthümliche, rundliche Abzeichnung dieser Grube scheint mir durch den Verlauf der Gefäfse, begünstigt von der hier befindlichen Beugungsstelle der Schädelbasis hervorgerufen zu werden.

Das Blut-System.

Das Blut-System wird uns aus der ersten Entwickelungsperiode in näherer Beziehung zum Embryo und dessen geschlechtlichem Leben noch sehr einfach übergeben. Das Herz, die Aortenbogen, die Aorta mit den Dotter-

Arterienstämmen und den hinteren Endästen, endlich die beiden Hauptvenenstämme, welche das Blut dem Herzen zuführen, bilden mit ihrem Inhalt die Grundlage des ganzen Blutsystems, insoweit letzteres dem Embryo eigenthümlich angehört. So einfach, wie die Anlage der thierischen Central-Organe, ebenso einfach ist das, die Ernährung des gemeinschaftlichen thierischen Zellen-Organismus vermittelnde System. In der That nur Vertheilung der, mit Nahrungsstoff geschwängerten Blutzellen behufs der Ernährung ist die Basis des ganzen Blutsystems, und die wirkenden Kräfte hangen allein vom Centralorgan, von dem Herzen, ab. Die, für das Blutleben nothwendigen Veränderungen geschehen aufserhalb des Fruchthofes und des engeren Bereiches des Embryo in der *Area vasculosa*, wo Dotter und Embryo gemeinschaftlich wirken; hier findet Athmung, Assimilation von Nahrungsstoff, Blutzellen-Ersatz und die damit verbundene Ausscheidung statt.

Im gegenwärtigen Zeitraume des Entwickelungslebens, wo die Hauptsysteme des thierischen Organismus ihre wesentliche Ausbildung erhalten, der Embryo über den Dotter die Oberhand gewinnt und seine Selbstständigkeit als Larve gleichsam erringt, werden auch die Hilfs-Organe des Blutsystems allmählig für die selbstständigere Bildungsstufe des Embryo eingerichtet und vom Dotter mehr unabhängig im Fruchthofe entwickelt. Nur eine Funktion bleibt dem Dotter für die letzte Zeit des Entwickelungslebens, nämlich die Darreichung von Nahrungssubstanz an die Blutzellen, daher die Verbindung durch Gefäfsstämme mit der *Area vasculosa* (Nabelblase) auch fortbestehen mufs. Diese Verbindung wird durch die *Arteria* und *Vena omphalo-mesaraica* unterhalten. Früher waren zwei Stämme derselben zu unterscheiden; bald jedoch sehen wir nur einen. Die *Vena omphalo-mesaraica* tritt dann als einfacher Stamm in die Nabel-Oeffnung, wendet sich etwas rechts und nach oben zum *Mesenterium* des Magens, senkt sich dann wieder, durchdringt die verbindende Masse beider Leberlappen und mündet durch den *Ductus Cuvieri* in das Herz. Die *Arteria omphalo-mesaraica* geht gleich hinter der Leber aus der Aorta hervor, durch das *Mesenterium* der dünnen Därme zur Nabel-Oeffnung heraus und in die *Area vasculosa* hinein. Aufser den bisherigen, eben genannten Veränderungen des Blutlebens in der *Area vasculosa* wird bei der differenteren Bildung der Gewebe des Embryo, sowie in Folge der längeren Thätigkeit der Blutzellen zunächst ein Ausscheidungs-Organ ganz unbrauchbarer Stoffe nothwendig, was während des Larvenlebens schon früh in den Wolff'schen Körpern erscheint.

Das Blutgefäfs-System des Embryo betreffend, bemerken wir in diesem Zeitraume schon eine feinere Verzweigung der gegebenen Gefäfsstämme; namentlich werden letztere in dem Theile des Embryo sichtbar, der vorherrschend in der Entwickelung voraneilt, in dem Kopftheile. Die Art, wie hier die anfangs ganz unsicheren Blutbahnen sich erweitern, verlängern, verzweigen und einen sicheren Weg allmählig gewinnen, giebt uns die Ueberzeugung, dafs nur durch die Kraft des Herzens die Blutzellen durch die Zellenmassen der Anlagen getrieben werden, und dafs sie erst dann eine bestimmtere Bahn erhalten, wenn sie, in einer anderen Richtung dem Zuge des Herzens folgend, in den vollständigen Kreislauf hineingezogen werden; ganz so, wie wir dieses auf eine anschauliche Weise bei der ersten Gefäfsbildung durch Vermittelung des Central-Organs in der *Area vasculosa* zu beobachten Gelegenheit hatten. Kapillar-Gefäfsnetze, wie in dem ausgebildeten Thiere, finden wir in dieser Entwickelungs-Periode noch nicht; überall sehen wir in den feinsten Gefäfs-Verzweigungen noch mehrere Blutzellen nebeneinander.

Das Central-Organ des Blutsystems verändert allmählig seine Form. Ursprünglich bildet es einen graden Kanal, der von der hinteren Grenze des Kopftheiles der Visceralröhre, geschützt durch seine äufsere Hülle, in die noch unausgebildete, offen stehende Bauchhöle sich hinein erstreckt. Allmählig krümmt es sich nun, und geht aus der S-Form nach und nach in die Hufeisen-Form über. Dieser Bildungsvorgang beruht nicht allein auf der Vergröfserung des Herzkanals etwa zwischen seinen festliegenden Enden, sondern wir bemerken dabei zugleich, dafs die hintere, venöse Mündung der vorderen, arteriellen näher gerückt wird. Dieses hat wiederum seinen Grund in der Bewegung und Entwickelung des Gehirns mit seinen Hüllen nach vorwärts über den abgeschnürten Kopftheil der *Membrana intermedia* hinüber. Denn, wenn diese Bewegung des Central-Nervensystems vor sich geht, so hat sich das Hautsystem, welches die obere Wirbelröhre formiren hilft, noch nicht mit seinem, für die Amnionbildung bestimmten Theil von der *Membrana intermedia* getrennt, sondern zeigt sich nun an der verdickten Substanz, durch welche auch die hinteren Schenkel des Herzens (Hauptstämme der Dotter-Venen) nach der *Area vasculosa* hindurchgehen. Daher müssen die hinteren Schenkel des Herzens dem Wachsthum des Central-Nervensystems mit seiner Hülle nach vorn folgen. Das venöse Ende des Herzens wird auf diese Weise, bei der Drehung des Embryo nach der linken Seite zugleich mehr rechts sich haltend, dem arteriellen ganz nahe gebracht, und der freiliegende Kanal selbst

krümmt sich allmählig bis zur Hufeisen-Form, was noch durch die Vergröfserung desselben unterstützt werden mag. Die Krümmung tritt nun am hinteren Ende des abgeschnürten Kopftheils der *Membrana intermedia* stark nach unten und etwas nach rechts hervor. Indem nun das Gehirn nach unten herüber sich mehr und mehr erweitert, gelangt der gekrümmte freie Theil des Herzens unter den Kopf des Embryo; aber eben nur dadurch, dafs sich der letztere über ihn gleichsam hinüberbeugt. Die Lage des Herzens wird an seiner arteriellen Mündung in Bezug auf den abgeschnürten Kopftheil der *Membrana intermedia* nicht im mindesten geändert; es bleibt im Allgemeinen von Anbeginn an der Spitze der künftigen Bauchhöle auf dem Uebergange zum Kopftheile. (Tab. V. Fig. 5. 7.)

Die Annäherung des hinteren, venösen Endes des Herzens an das arterielle legt die Basis zu der eigenthümlichen Herzbildung im höheren Wirbelthier-Reich; denn nun können die beiden Enden verwachsen und zu Vorkammern sich verwandeln, während in der Krümmung die Kammern sich entwickeln.

Eine eigenthümliche Erscheinung im Blutgefäfssystem sind die Aortenbogen. (Tab. V. Fig. 7.) Es sind die Gefäfsstämme, in welche das Herz zunächst das Blut hineintreibt. Nach meinen Untersuchungen bilden sich im höheren Wirbelthier-Reich bei den Vögeln und Säugethieren nur drei Aortenbogen nacheinander aus, welche auf jeder Seite zusammenfliefsen, und deren gemeinschaftlicher Stamm die anfangs sehr weite Aorta zusammensetzt. Bei den Fröschen und Tritonen finden sich gleichfalls nur drei Gefäfsbogen des *bulbus aortae*; bei den Fischen werden sie zahlreicher. Im höheren Wirbelthier-Reich vertheilen sie sich in die Seitenwände des abgeschnürten Kopftheils der *Membrana intermedia*, dienen hier zur Entwickelung der Visceralbogen, und, wenn diese sich ihnen entziehen, gelangt die Bildungsmasse des Halstheils über sie, welche nun mit besonderer Beziehung zum Athmungs-Apparat (Kehlkopf, *Trachea*) ausgebildet wird. Hier verlieren aber die Aortenbogen ihre regelmäfsigen Formen auf eine, mir noch nicht hinlänglich bekannte Weise. Nach v. Bär sollen die vordersten Aortenbogen in die *trunci anonymi*, der zweite auf der linken und der dritte auf der rechten Seite in die Lungen-Arterien, endlich der zweite Gefäfsbogen rechterseits in der absteigenden Aorta sich erhalten, während der dritte linker Seits gänzlich hinschwindet. Wie dem auch sei, so stimmen sämmtliche Beobachtungen darin überein, dafs der ganze Kopftheil des Embryo, in welchem auch das

Lungensystem seine Wurzeln hat, von den Aortenbogen mit Blutgefäfsen versehen wird, und dafs aufserdem durch sie der Durchgang des Blutes aus dem Herzen zur Aorta gegeben ist (*arcus aortae*). Die Aortenbogen verbleiben also auch nach den Verwandlungen in der, ihnen ursprünglich verliehenen Funktion; nur die Verhältnisse haben sich geändert und mit ihnen die Formen. Bei den niederen Wirbelthieren entwickeln sich die Visceralbogen gefäfslos, dagegen machen sich die Gefäfsbogen bei dem Athmungs-Apparate (Kiemengerüst) geltend, dienen zur gleichmäfsigen Vertheilung des Blutes an die Kiemen, und scheinen auch die Bildung der Kiemenbogen zu unterstützen. Auch hier indefs wird durch ihre weiteren Verzweigungen die Ernährung des Kopftheils vermittelt. In diesem Zustande verharren die Gefäfsbogen bei den Fischen, verwandeln sich aber mehr oder weniger bei den nackten Amphibien mit dem Auftreten der Lungen-Athmung, ohne in ihrer Funktion, den Kopftheil des Thieres zu ernähren, einen Eintrag zu erleiden.

Dieses sind im Allgemeinen die Fakta, welche darüber vorliegen, und wir entnehmen aus ihnen, dafs die Aortenbogen als ausführender Theil des Herzens gleichzeitig dazu bestimmt sind, die Blutmasse dem Kopftheile des Thieres zuzuführen; sowie die Aorta und deren End-Aeste der Bauch-Abtheilung angehören und zugleich dem, das Blut dem Herzen zuführenden Theile sich nähern. Dieser eigenthümlichen Funktion der Aortenbogen reiht sich eine zweite an, welche variirt und sich nur auf die Formen derselben bezieht. Es zeigen sich nämlich regelmäfsige Gefäfsbogen in der Kopf-Abtheilung der Visceralhöle, wie überhaupt im Körper, wenn die Natur die Blutmasse gleichmäfsig in Thätigkeit setzen will; sei es nur vorübergehend, um während der Entwickelung die Bildung von Bogen zu unterstützen (Visceralbogen), sei es, um andauernder das Blut zu irgend einem anderen Zweck gleichmäfsig zu vertheilen (Kiemensystem). Es kann nicht fehlen, dafs bei den vielen Doppelgebilden im Wirbelthier-Organismus solche gleichmäfsige Vertheilung des Blutes durch Gefäfsbogen mannigfach sich wiederholt; und die *Arteriae intercostales* liegen ja hier sehr nahe.

Auf der gleichmäfsigen Vertheilung der Blutmasse behufs einer entsprechenden Thätigkeit beruht also auch die eigenthümliche Form der Aortenbogen, und weiter hinaus geht ihre Bedeutung nicht. Die Visceralbogen der niederen Wirbelthiere bleiben Visceralbogen, obschon sie sich ohne Aortenbogen entwickeln; und die Visceralbogen im höheren Wirbelthier-Reich werden darum nicht Kiemenbogen, weil sie zu ihrer Ausbildung Aortenbogen gebrauchen.

Wolte man im Wirbelthier-Organismus erst auf Gefäfsbogen Analogieen aufbauen, so dürfte uns ein weites, aber auch sehr vages Feld eröffnet sein.

Die Bewegung der Aortenbogen nach hinten ist ebenso scheinbar, wie die des Herzens. Nur die Entwickelung der Substanz des Kopftheils der abgeschnürten *Membrana intermedia*, in welcher sie verlaufen, nach vorwärts, gleichsam, als würde die Kopf- und Halspartie der Visceralröhre unter dem, sich grade richtenden Schädel und Nacken nach vorn über die Aortenbogen hinweg ausgezogen, ruft die täuschende Bewegung der Aortenbogen selbst nach hinten hervor.

So lange die drei Aortenbogen also am Kopfe verweilen, erleiden sie nach meinen Untersuchungen weder in ihrer einfachen Form, noch in der angeführten Zahl irgend eine Veränderung. Erst, wenn sie zur Entwickelung des Halstheiles gelangen, die Bedingungen zu einer Bogenbildung im Wirbelsystem (Visceralbogen) aufhören, wenn es endlich nur darauf ankommt, die Entwickelung des Kopftheiles des Embryo durch Gefäfs-Verzweigungen gleichsam zu leiten, und im Uebrigen dem Blute einen Durchgang zur Aorta zu gestatten: dann verwandelt sich zum gröfsten Theile die Form der Aortenbogen, indem die *Trunci anonymi*, die *Arteriae pulmonales* aus ihnen hervortreten und überhand nehmen; ja es verschwindet nach v. Bär's Untersuchungen der dritte Aortenbogen linkerseits gänzlich, und der zweite rechterseits erhält sich in der absteigenden Aorta. Bei aller Achtung, welche ich vor den neueren Untersuchungen des Herrn Professor Rathke *) und den früheren des Herrn v. Bär habe, kann ich daher nur meine schon ausgesprochene Ansicht **), dafs das Verschwinden der einmal gebildeten drei Aortenbogen an den Visceralbogen der Vögel und Säugethiere nur scheinbar sei, von neuem bestätigen. Damals suchte ich unter anderen Gründen auch (nach der herrschenden Ansicht) durch den allmähligen Rückzug des Herzens mit den Aortenbogen diese Täuschung zu erklären. Dieser Rückzug der Aortenbogen war von den Naturforschern in der Gegend der Visceralbogen allerdings nicht angewendet, dennoch aber im Allgemeinen dadurch konstatirt, dafs man die Aortenbogen mit dem Herzen in der Spitze der Bauchhöle wiederfand, und so die Passage längs dem Halse offenbar angenommen hatte. Nach meinen jetzigen Untersuchungen zeigt es sich, dafs dieser Rückzug des Herzens und der

*) Entwickelungsgeschichte der Natter. S. 51 etc.

**) Müller's Archiv. 1837.

Aortenbogen nur scheinbar ist, das letztere von Anbeginn an derselben Stelle verbleiben, wo sie zuerst gebildet wurden; dafs dann unter Mitwirkung der Aortenbogen und der aus ihnen hervortretenden Gefäfse die Visceralbogen und der Halstheil der Visceralröhre in dem abgeschnürten Kopftheile der *Membrana intermedia* nach vorn hervorwachsen und dem sich aufrichtenden, respektiven Centraltheile des Nervensystems mit der oberen Wirbelröhre nachfolgen. Auf dieser Bewegung beruht die Täuschung, dafs die Aortenbogen an den Visceralbogen vorn verschwinden, während letztere nur über sie nach vorn hinüberwachsen. Es liegt am Tage, dafs die Aortenbogen, indem die nach aufsen gelagerten Visceralbogen sich durch Wachsthum vorwärtsbewegen, keine Substanz zu zerreifsen und zu durchbrechen haben: denn sie selbst verbleiben an ein und derselben Stelle in dem abgeschnürten Kopftheile der *Membrana intermedia*, und leiten nur die Entwickelung desselben nach vorwärts.

In Bezug auf die übrigen Verzweigungen des Gefäfssystems bemerken wir in diesem Zeitraume mannigfache Erweiterungen der in dem Fruchthofe ursprünglich gegebenen Hauptstämme, der Aortenbogen, der Aorta und deren End-Aeste. Sie zeigen sich vorzüglich da, wo vorhandene Anlagen vorherrschend ausgebildet werden, wie am Kopfe; und dann bei der Entwickelung neuer Anlagen, wenn dieselben noch besonders während des Fruchtlebens in Wirksamkeit treten sollen, wie dieses bei den meisten Hilfs-Organen des Blutsystems der Fall ist. (Wolff'sche Körper, Leber, Allantois, später die Nieren etc.) War demnach der Kreislauf des Embryo bisher vorzugsweise auf die Wechselwirkung mit der *Area vasculosa* beschränkt, wo der Dotter seinen noch so mächtigen Wirkungskreis unterhält, dem Embryo alles Nöthige gewährt, und auch die Venenbahnen nur in ihm vorzufinden sind; so sehen wir im gegenwärtigen Zeitraume allmählig einen nebenstehenden Kreislauf im Embryo selbst durch neue Arterien und Venen sich ausbilden, sowohl im animalen Systeme als auch besonders in den Hilfs-Organen des Blutsystems. Es hangen demnach an dem Herzen und den ursprünglich gegebenen Hauptstämmen, den Aortenbogen, der Aorta und dem am hinteren Ende des Herzens sich entwickelnden *Ductus Cuvieri*, der alle Venen aufnimmt, zwei Kreisläufe: der eine und ältere wird unter Vermittelung der *Arteria* und *Vena omphalo-mesaraica* mit der *Area vasculosa* unterhalten: der zweite und jüngere ist auf den Embryo allein beschränkt und an alle diejenigen Systeme und Organe geknüpft, welche, für ein selbstständiges Leben des Embryo bestimmt, sich ausbilden.

Die ersten Hilfs-Organe, welche das Blutsystem im Embryo entwickelt, sind die Wolff'schen Körper mit der Allantois.

Die Wolff'schen Körper zeigen sich in der bekannten, länglichen Form neben der Aorta und den beiden End-Aesten, welche zwischen der *Membrana intermedia* und dem Wirbelsystem zu beiden Seiten der Mittellinie des Körpers nach dem hinteren Ende ihre Bahn gebrochen haben. Hier häuft sich an der Oberfläche der mittleren Membran, welche von den genannten Gefäfsstämmen mit Nahrungsstoff reichlich versehen wird, die Zellenmasse an, von der Gegend des Herzens bis zum Schwanz-Ende, und entwickelt so allmählig die Wolff'schen Körper. Durch die Entstehung derselben ist die mittlere Verbindungsstelle der *Membrana intermedia* mit dem Wirbelsystem wiederum mehr geschmälert, und nur auf den Raum zwischen den Wolff'schen Körpern beschränkt. Die Seitenwände der mittleren Membran sind gleichzeitig nach unten gedrängt, und hangen dachförmig von der Mittellinie des Körpers herab. (v. Bär's Darmplatten.)

Wenn die Wolff'schen Körper schon ziemlich deutlich in der Anlage zu erkennen sind, das Amnion sich beinahe vollständig geschlossen hat, die Extremitäten als Andeutungen wahrgenommen werden, die Abschliefsung der *Membrana intermedia* aber noch nicht begonnen hat; um diese Zeit, sage ich, markiren sich am hintersten Ende der Wolff'schen Körper zwischen den ineinander übergehenden Visceralplatten und der mehr nach unten gerückten *Membrana intermedia* zwei Erhöhungen, welche anfangs durch den nach unten gekrümmten innerhalb der Amnionhöle gelegenen Schwanzstummel gleichsam getrennt werden. Sie schliefsen sich als noch ganz solide Zellen-Anhäufungen dicht an die Wolff'schen Körper an, und ein feiner Streifen läfst sich von dem äufseren Rande der letzteren nach den beiden erhabenen, rundlichen Anlagen der Allantois verfolgen; ich halte ihn für den Ausführungsgang. Hat man den Embryo, auf dem Rücken liegend, vor sich, so wird man von diesen Bildungsvorgängen durchaus gar nichts gewahr. Die *Membrana intermedia* verdeckt, indem sie in ihren peripherischen Theil übergeht, die ganze Gegend: das hintere Ende des Embryo pflegt sich nur an einer Hervortreibung zu markiren, welche der, nach unten gekrümmte Schwanz bewirkt. Wir haben früher erwähnt, dafs die Trennung der Amnionplatten von der *Membrana intermedia* anfangs nur bis in die Gegend der *Area vasculosa*, also wo der peripherische Theil anfängt, erfolgt, und dafs demzufolge bei dem Wachsthum der Amnionplatten nach aufwärts der Anfang des Gefäfshofes theilweise auf

den Embryo hinaufgezogen wird. Es befindet sich also eine Höle zwischen dem Amnion mit den, an ihn sich haltenden Visceralplatten und dem Centrum der *Membrana intermedia*, und in dieser entwickeln sich am hinteren Ende des Embryo die ersten Anlagen der Allantois. (Tab. V. Fig. 6. λ.) Sie liegen sehr versteckt und können nur gesehen werden, wenn man vorsichtig die *Membrana intermedia* in dieser Gegend lospräparirt.

Die beiden erhabenen Anlagen der Allantoide nähern sich allmählig und verwachsen, eine anfangs breitgedrückte Erhöhung formirend. Diese tritt nun schneller hervor, entwickelt sich zum Bläschen (Tab. V. Fig. 7.), und, während die Abschnürung sowohl der Leibeswand, als auch besonders der Darmhaut (der letzte Bildungs-Akt der *Membrana intermedia*) sich deutlich zu erkennen giebt, drängt sich die Allantois aus dem Fruchthofe heraus, und wird nun, mit ihrem *Fundus* die *Membrana intermedia* zurück und nach unten treibend, zuerst mehr auf der linken Seite an der Aufsenfläche des Amnion sichtbar. Schon bei ihrem ersten Erscheinen als Doppel-Anlage hält sie sich zur Leibeswand, und später sind die Berührungsflächen so innig verwachsen, dafs nur eine künstliche Trennung möglich wird.

Das Wachsthum der Allantois schreitet nun, durch zwei von den Endästen der Aorta ausgehenden Arterienstämmen, Nabel-Arterien, ernährt, ziemlich rasch vorwärts. Da jedoch der Dotter mit dem abgeschiedenen Fluidum, von dem peripherischen Theile der *Membrana intermedia* bedeckt und umfafst, unterhalb einigen Widerstand leistet, so wird dadurch die Ausdehnung der Allantoide vorzugsweise nach aufwärts geleitet und unterstützt. Sie gelangt auf diese Weise aus ihrer ursprünglichen, oben beschriebenen Höle allmählig über das Amnion, über den peripherischen Theil der *Membrana intermedia* und unter die Umhüllungshaut (seröse Hülle). Durch letztere wird der Grund der Allantois-Blase plattgedrückt, so dafs nun unter ihr die Ausbreitung nach allen Richtungen hin gleichmäfsig erfolgt. Die nächsten Wirkungen dieser Ausdehnung der Allantoide sind: die Entfernung der Umhüllungshaut von dem Amnion und von dem peripherischen Theile der *Membrana intermedia*, welche allmählig den Dotter ganz umfafst; ferner das Zurücktreten der Dottermasse mit der Hülle gleichsam unter den Embryo, wodurch die Abschnürung des Centrum der mittleren Membran behufs der Leber- und Darmhaut-Bildung unterstützt wird: endlich im Allgemeinen die Entstehung einer äufseren, aus zwei Blättern zusammengesetzten Hülle um den Embryo mit seinem Amnion, und zuletzt auch um die Dotterblase. Die Umhüllungshaut selbst aber bleibt,

wenigstens noch eine geraume Zeit nachweisbar, die äufserste, schützende Membran des zum Embryo sich verwandelnden Dotters.

In der Allantois sammelt sich das, von dem Blute durch die Wolff'schen Körper und später durch die Nieren ausgeschiedene, unbrauchbare Fluidum an, welches gegen Ende des Entwickelungslebens an Menge wieder abnimmt und meist nur weifsliche, erdige Masse mit Schleim untermischt zurückläfst. Es ist daher wahrscheinlich, dafs diese Flüssigkeit Stoffe enthält, welche, in den letzten Tagen der Entwickelung des Hühnchens, behufs der Unterhaltung der thierischen Oekonomie noch resorbirt werden.

Die Allantoide entsteht demnach weder aus der Schleimhaut, noch aus dem Darmsystem überhaupt, welches um diese Zeit noch nicht sich abgeschnürt und gebildet hat; sie entwickelt sich vielmehr durch Zellen-Wucherung am hinteren Ende der Wolff'schen Körper von der *Membrana intermedia*. Ihre ursprünglichen beiden Anlagen vereinigen sich, formiren ein Bläschen, welches sich mehr und mehr vergröfsert, und in der beschriebenen Weise zur Hülle des Embryo und Dottersackes sich ausbildet. Sie ist das Receptaculum der ausgeschiedenen Masse für die blutreinigenden Organe, für die Wolff'schen Körper und später für die Nieren. Durch ihre eigenthümliche Ausbreitung wird sie befähigt, im letzten Zeitraume des Entwickelungslebens die Athmungs-Funktion zu übernehmen, indem sie mit der atmosphärischen Luft in die nächste Berührung kommt (Luft-Athmung). Ihre Verbindung mit dem After-Ende des Darmsystems erhält sie späterhin durch die Lagerung ihrer Spitze, der Ursprungsstelle am hinteren Ende der Wolff'schen Körper, und in Folge der Kloakenbildung.

Die Entwickelung und Ausbildung der Wolff'schen Körper geht schnell vor sich, und ihre Thätigkeit für das Blutsystem zeigt sich sogleich während des Larvenlebens. Die übrigen für das Blutleben nothwendigen Veränderungen aufser der Blutreinigung geschehen nicht im Fruchthofe, sondern in der *Area vasculosa* unter Vermittelung des Dotters und des Eiweifs. Unterdefs werden aber auch im Embryo die anderen Hilfs-Organe des Blutsystems gebildet; es entstehen die Leber, das Pankreas, die Lungen, und die später in die Funktion der Wolff'schen Körper eintretenden Nieren. Die Leber, das Pankreas und auch die Nieren entwickeln sich schnell und auffallend, um in dem folgenden und letzten Zeitraume des Entwickelungslebens schon ihre Funktionen übernehmen zu können. Die Lungen, obgleich früh angelegt, bil-

den sich nur allmählig aus, da ihre Wirksamkeit erst mit der Enthüllung des Hühnchens beginnt.

Die Leber wird erst dann sichtbar, wenn die Abschnürung des Centrums der *Membrana intermedia* von dem peripherischen Theile ihren Anfang genommen. Wir werden auf diesen letzteren Bildungsvorgang ausführlicher bei der Entwickelung des Darmsystems zurückkommen. Hier wollen wir nur erwähnen, dafs der Abschnürungsprozefs vorn, wo die Bauch-Abtheilung der *Membrana intermedia* mit der schon früh abgeschnürten Kopf-Abtheilung zusammenhangt, zuerst und vorherrschend bemerkt wird, und dafs in Folge dessen eine Höle entsteht, welche späterhin zur Magenhöle verwandelt wird. Diese Höle geht nach vorn in den inneren Raum der abgeschnürten Kopf-Abtheilung über, und hinten mündet sie in den Dottersack aus; sie wird von dem Bauchtheil der *Membrana intermedia*, dessen Seitenwände sich bei der Abschnürung vereinigen, gebildet. Oberhalb verläuft die Aorta und liefert den Nahrungsstoff, unterhalb wird sie von dem hinteren Ende des Herzens begrenzt. Hier unten (Tab. V. Fig. 13. Tab. IV. Fig. 7.), aber dennoch an der, durch die Vereinigung der Seitenplatten entstandenen Aufsenfläche des Centrum der *Membrana intermedia*, zeigen sich da, wo die Dotter-Venenstämme zum Herzen gelangen, zwei, anfangs ganz gleiche, breit gedrückte Erhabenheiten, der Leber-Anlage entsprechend, so zwar, dafs sie eigentlich die beiden Leberlappen vorstellen und die linke Erhabenheit gleichzeitig den Bildungsstoff der Gallenblase in sich begreift. Diese Anlage hat durchaus keine Kommunikation mit der Höle des Centrum der *Membrana intermedia*, sondern ist nur eine Zellen-Wucherung an der Aufsenfläche des letzteren. Man kann sie abtragen, und die Höle bleibt unversehrt; dasselbe lehren auch Durchschnitte. Beide Erhabenheiten nehmen nun schnell an Masse zu, doch überwiegend die rechte, und die anfangs sie trennende Grube gleicht sich mehr aus, indem die Bildungssubstanzen beider in der Mittellinie ineinander übergehen. Während nun die Leber-Anlage sich verdickt und nach hinten namentlich auf der rechten Seite sich erweitert, auch eine Verbindung mit dem Hauptstamm der Dottervenen bemerkbar wird; hat sich die *Membrana intermedia* allmählig an der Ursprungsstelle wieder frei gemacht, dem Blutsystem die weitere Ausbildung der Leber überlassen, und ist zur Schlufsbildung ihres Wirkens, zur Entwikkelung des Darmhautsystems übergegangen. Man sieht die erste Anlage des Magens und des *Duodenum*.

Durch die Verbindungsmasse beider Leberlappen dringt die Dottervene zum Herzen, und giebt zuvor sehr bald Seiten-Aeste an die Leber ab. Diese sehr nahe Verbindung mit dem Hauptstamm der Dotter-Venen ist wichtig; denn auf solche Weise erhält die Leber sehr nahrhaftes Blut, kann sich rasch entwickeln, und wird auch befähigt, schon im letzten Zeitraume des Entwickelungslebens die Blutzellen-Bildung zu übernehmen.

Aus dem Entwickelungsvorgange der Leber ist wohl leicht ersichtlich, dafs die Annahme von einer Ausstülpung derselben aus der Schleimhaut oder aus dem Darmsystem überhaupt nicht gerechtfertigt werden kann. Man mufs bei der Entwickelung der höheren Wirbelthiere stets festhalten, dafs das Centrum der *Membrana intermedia* die Stelle des Dotters im Embryo vertritt, und wie nun der Dotter bei den niederen Wirbelthieren an seiner unteren Aufsenfläche die Leber- und Pankreas-Anlage absondert, dann aber zur Bildung des Darmsystems schreitet; ganz ebenso verfährt die mittlere Membran. Der Abschnürungsprozefs der letzteren von dem peripherischen Theile hat also in Bezug auf die Anlegung der Leber dazu gedient, um eine untere Aufsenfläche zu gewinnen, so zwar, wie es zugleich die Realisirung des innigen Zusammenhanges der Leber mit dem Darmsystem erheischt. Der Abschliefsungsprozefs ist also ein nothwendiges Erfordernifs der weiteren Entwickelung des Embryo in der Bauchhöle im Allgemeinen, sowohl für die Leber, als für das Darmsystem.

In Betreff der Struktur der Leber findet man anfangs keinen Unterschied von den übrigen Anlagen; es zeigt sich eine lebhafte Zellenproduktion, in Folge dessen die Bildungssubstanz sich vergröfsert und wächst. Hat die Leber aber gegen Ende dieses Zeitraums der Entwickelung des Hühnchens schon ein bedeutendes Volumen erreicht, so gewahrt man auf der Oberfläche jene geschlängelten, gleichsam weifslich punktirten Streifen, die wir sowohl an der Leber der Froschlarve, als des ausgebildeten Thieres angeführt haben. Sie stehen ganz wahrscheinlich mit der individuellen Funktion der Leber im innigen Zusammenhange; worauf sie aber zu beziehen sind, habe ich nicht ermitteln können. Sowie sie erscheinen, ist das Wachsthum der Leber nicht mehr so überwiegend, sondern schreitet im gleichen Grade mit der allgemeinen Vergröfserung des Embryo vorwärts. Nichtsdestoweniger ist die lebhafte Zellenbildung gar nicht geringer und etwa beschränkt. Wo man auch ein Stückchen der Leber zur mikroskopischen Untersuchung abnimmt, überall findet man Mutterzellen, Kerne und die verschiedensten Uebergänge zur jungen

Generation, ganz wie beim Frosch; nur sind die Zellen feiner. Man sollte erwarten, dafs bei einer solchen lebhaften Zellen-Entwickelung stets progressiv die Masse der Leber sich vergröfsern würde; sie wächst jetzt aber vielmehr langsamer, und giebt die junge Generation als Blutzellen der Blutmasse ab.

Die Gallenblase entwickelt sich aus dem linken Leberlappen an der Berührungsfläche mit dem Muskelmagen. Sie tritt bald mit dem künftigen Grunde frei hervor, und zeigt sich dann beinahe so, als ob sie aus dem Magen selbst ihren Ursprung genommen hätte, da überdiefs die Bildungsmassen beider gewöhnlich etwas aneinanderhangen. Die Trennung des Leberlappens von dem Magen kann uns hier von dem Vorhinangeführten leicht überzeugen. Die Gallenblase ist anfangs solide, später erscheint die Höle und die Sonderung in zwei Blättern, von denen das innere die Struktur der Schleimhaut ausbildet. Ihre Kommunikation mit dem Darm entsteht gleichfalls erst später.

Das Pankreas tritt beim Hühnchen gesondert von der Leber und etwas später auf, wenn die *Membrana intermedia* zur Bildung der Darmhaut deutlicher übergegangen, und sowohl Muskelmagen als *Duodenum* in der allgemeinen Form unterschieden werden können. Doch weiter ist der Individualisations-Prozefs in der *Membrana intermedia* als Darmhaut noch nicht vorgeschritten. Namentlich heben wir hervor, dafs weder die Muskel- noch die Faltenhaut, noch insonderheit die Drüsen-Apparate der Verdauung sich zu sondern begonnen haben. Da, wo nun das künftige *Duodenum* in Gestalt einer Schlinge an der oberen Fläche der Leber sich hinzieht, sehen wir aus jener, der Leber zugewendeten Krümmung die Anlage des Pankreas aus ihm hervorwachsen. Sie erscheint als ein solider, bald etwas länglich werdender, abgerundeter Fortsatz, welcher mit der Höle des Darmkanals keine Verbindung unterhält, sondern nur durch die Anhäufung von Zellenmasse an der *Membrana intermedia*, die das *Duodenum* in der genannten Form entwikkelt hat, gebildet ist. Die Erweiterung geschieht gegen die Leber hin innerhalb der Darmschlinge. Die Ursprungsstelle aus dem Darm ist dann bald nicht wiederzufinden; vielmehr wird die ganze Peripherie des Pankreas gleichmäfsig enge von der Schlinge umfafst, die Bildungsmassen beider berühren sich hier sehr innig, und von vorn stöfst die Leber dicht daran. Die Verbindungen, welche sich später durch Ausführungsgänge und Gefäfse zwischen dem Pankreas, dem Darmkanal und der Leber vorfinden, sind als Neubildungen zu betrachten, welche, ohne Rücksicht auf die ursprünglich gegebene Ent-

stehung und unterstützt durch die innige Annäherung der Theile untereinander, sich herausbilden.

Die von der Leber gesonderte Entstehung des Pankreas beim Hühnchen darf uns nicht befremden, da hier die ganze Entwickelung des Embryo auf ein freies Leben im ausgebildeten Zustande, wo auch beim Frosch Leber und Pankreas geschieden auftreten, berechnet ist. Auffallender ist die Entwickelung des Pankreas von der *Membrana intermedia*, nachdem dieselbe bereits die allgemeine äufsere Form des Darmkanals angelegt, und so sich als Darmhaut gezeigt hat. Es hat hier den Anschein, als ob beim Hühnchen das Pankreas unmittelbar dem Darmsysteme angehöre; während es beim Frosch ganz unabhängig von der Darmhaut zugleich mit der Leber (Leber- und Pankreas-Anlage) gegeben wurde, also ursprünglich zum Blutsystem gerechnet werden mufste, und nur in der Beziehung, welche das Blutsystem durch die Galle für die Schleimhaut unterhält, dem Darmsystem sich anreihte.

Doch auch dieses Verhalten des Pankreas beim Hühnchen läfst sich sehr gut mit der Bildungsgeschichte des Frosches vereinbaren, wenn man erwägt, dafs die *Membrana intermedia* die Mutter aller dieser Gebilde vorstellt, und im Embryo die Stelle des Dotters vertritt. Schon beim Frosch bemerken wir, dafs die Darmhaut, obschon sie dem Entwickelungstypus gemäfs gesondert von der Leber und dem Pankreas aus dem Dotter entsteht, während ihres Wachsthums die Bildungsmasse des künftigen Pankreas von der gemeinschaftlichen Anlage mit der Leber gewissermafsen abscheidet, um so derselben die entsprechende künftige Lagerung an ihr zu sichern. Ist nun die *Membrana intermedia* die Stellvertreterin des Dotters, so wird sie ein gleiches Bestreben offenbaren. Dieses äufsert sich darin, dafs sie zunächst die äufsere Form des Darmkanals, insonderheit die des *Duodenum* anlegt, und nun erst das Pankreas entwickelt, um demselben die Lagerung in ihrer und der Nähe der Leber passend zu sichern. Alsdann erst tritt der eigentliche Individualisations-Prozefs der Darmhaut selbst ein. War bei der Anlegung der Leber die beginnende Abschnürung der *Membrana intermedia* am Bauche zu einer Höle, welche sich in dem Darmkanal erhält, nothwendig, so wird für die nähere Beziehung des Pankreas zum Darmsystem schon die Grundlegung der allgemeinsten Form des Darms erforderlich.

Ziemlich zu gleicher Zeit mit der Leber werden auch die Anlagen der Lungen wahrgenommen. Sie zeigen sich als kolbenartige Zellenmassen über der Leber-Anlage, nahe der Wirbelsäule zu beiden Seiten der beschriebenen

Höle des Centrum der *Membrana intermedia*, welche vorn in der Bauch-Abtheilung derselben bei der Abschnürung entsteht. Nach hinten hören sie mit einem freien, abgerundeten, dicken Ende auf; mit der inneren Fläche berühren sie die mittlere Membran, sich gleichsam an dieselbe haltend; oberhalb grenzen sie in gleicher Weise an das Wirbelsystem; nach vorn endlich lassen sie sich bis dahin verfolgen, wo der abgeschnürte Kopftheil der *Membrana intermedia* aufhört, in dessen Bildungssubstanz sie sich verlieren. (Tab. IV. Fig. 3.) Die Lage neben der freien Fläche der *Membrana intermedia* in der Bauchhöle giebt fast das Ansehen, als ob sich die Anlagen der Lungen von ihr entwickelt hätten. Indessen geht das Wachsthum derselben von vorn nach hinten, und die Keimstelle mufs daher in der hinteren Partie des Kopftheiles der *Membrana intermedia* gesucht werden. Doch ist es hier nicht möglich, das Muttersystem genau zu bestimmen, von welchen die Lungen hervorwuchern. Die gröfsere Sonderung der Gebilde im Kopftheile der Visceralröhre des Frosches läfst den Zusammenhang der Lungen-Fortsätze mit dem Wirbelsystem (Kiemenbogenträger) nachweisen. Beim Embryo des Hühnchens sind die einzelnen Systeme hier um die jetzige Zeit so wenig geschieden, dafs eine genaue Bestimmung unmöglich gemacht wird.

Etwas später, wenn die Halspartie schon mehr ausgebildet ist, kann man in der Substanz derselben von jeder Lunge einen weifslichen, etwas festeren Bildungsstreifen bis zum dritten Visceralbogen verfolgen, wo er mit der Anlage der *Cartilago arytaenoidea* endet. Diese beiden Bildungsstreifen vereinigen sich nachträglich und verwandeln sich zur *Trachea*. Beim Frosch fehlt die *Arteria aspera*, sowie die Halsbildung überhaupt; die Lungen hangen unmittelbar mit den giefsbeckenförmigen Knorpeln zusammen, und letztere wiederum entwickeln sich am hinteren Ende des Kiemenbogenträgers (Analogon des dritten Visceralbogens). Im Wesentlichen also offenbart sich eine gleichartige Entwickelung des Lungensystems im höheren und niederen Wirbelthier-Reich. Der Zusammenhang mit dem Wirbelsystem ist durch die *Cartilagines arytaenoideae* auch beim Hühnchen gegeben; denn diese lassen sich in der Art, wie sie hinter dem dritten Visceralbogen entstehen, als zum Wirbelsystem gehörig, evident nachweisen. Nur der Umstand, dafs der ganze Kopftheil der Visceralröhre mit seinen einzelnen Systemen im höheren Wirbelthier-Reich für eine mehr ineinander greifende Entwickelung und Ausbildung bestimmt ist, erschwert unsere Beobachtung, und macht es unmöglich, die Einzelnheiten namentlich in der frühesten Zeit zu verfolgen. Doch dürfen wir aus dem

Faktum, dafs die Lungen sich gesondert unmittelbar bis in die giefsbeckenförmigen Knorpeln verfolgen lassen und auch von daher anfangs hervorwachsen, den Schlufs ziehen, dafs dieselben, ebenso wie beim Frosch, ursprünglich mit dem Wirbelsystem und zwar mit dem dritten Visceralbogen zusammenhangen, dann aber unter Vermittelung des Blutsystems sich selbstständig entwickeln. In dem dritten Visceralbogen bildet sich der Zungenbeinkörper und die hinteren Hörner aus, und hier beginnen auch die Muskeln, welche mit dem Lungen-Athmungs-Apparat in nächster Verbindung stehen. Hier ist es auch, wo früh schon der Kehldeckel vom dritten Visceralbogen, und später zwischen letzterem und der Brust, in der unteren Schlufsverbindung der Visceralröhre, die *Cartilago thyreoidea* sich ausbildet. Die Ursprungsstelle des ganzen Athmungs-Apparates der höheren Wirbelthiere, welche durch die giefsbeckenförmigen Knorpeln vertreten wird, läfst sich auch im entwickelten Thiere nicht getrennt von dem Wirbelsystem denken.

Wir dürfen schliefslich hier noch einmal der Verhältnisse gedenken, welche an der Kopf-Abtheilung des Embryo das innige Ineinandergreifen der einzelnen Gebilde unter dem Einflufs des animalen Systems begünstigen. Die *Membrana intermedia* ward frühzeitig zur Anlage des Kopftheiles der Visceralröhre sammt den entsprechenden Eingeweiden abgeschnürt, und durch diese Abgeschlossenheit der Theilnahme an den Sonderungen der einzelnen Systeme entzogen, welche durch die Bildung des Amnion in der Bauch-Abtheilung der *Membrana intermedia* eingeleitet werden. Ueber diesen abgeschnürten Kopftheil der *Membrana intermedia*, der gleichmäfsig durch die Aortenbogen und deren späteren Verzweigungen ernährt wird, wächst der Kopf- und angrenzende Halstheil des Central-Nervensystems herüber, und entscheidet über die individuelle Ausbildung desselben. Das Wirbelsystem ist es nun namentlich, in welchem sich dieser Einflufs abspiegelt. Vorn am Kopf, besonders in dem Aufbau des Gesichtes, waltet die Beziehung zum Darmsystem vor; der Athmungs-Apparat besitzt nur gleichsam einen Durchgang. In dem Uebergange zur Halspartie und in der letzteren selbst dagegen macht sich der Athmungs-Apparat geltend, und das Darmsystem erringt hier nur einen allmählig selbstständiger werdenden Durchzug. An der Stelle, wo der Athmungs-Apparat seinen Ursprung hat, und das Darmsystem seine Selbstständigkeit zu erringen sich bemüht, in der Schlundhöle nämlich, sind auch die Beziehungen des Wirbelsystems zu ihnen beiden gemeinschaftlich ausgeprägt, und das Ineinandergreifen der einzelnen Gebilde bis zum höchsten Grade gestiegen.

Um die Mitte des gegenwärtigen Zeitraumes der Entwickelung werden auch die Nieren angelegt. Ihre Bildungsmasse verhält sich ganz so wie beim Frosch; sie wird zu beiden Seiten der Aorta neben der Wirbelsäule sichtbar. Hier werden unter dem Einflufs des Blutsystems Mutterzellen entwickelt, und so durch Erzeugung junger Generation die Anlage vergröfsert. Die Nieren entstehen also unabhängig von der *Membrana intermedia*, welche jedoch in dieser Beziehung durch die Anlegung der Wolff'schen Körper ihre Bedeutung erfüllt hat. Auch beim Frosch haben wir dieselbe Erscheinung, da nur die Wolff'schen Körper aus dem Dotter unmittelbar gebildet werden.

Das Darm-System.

Das Darmsystem umfafst den Cyklus von Gebilden, welche dem vegetativen System im engeren Sinne angehören. Wir müssen auch hier, wie beim animalen System, unterscheiden: das assimilirende Central-Organ, die Schleimhaut, in welchem die plastische Kraft der Zelle ihre höchste Kultur erreicht, und die assistirenden Systeme und Organe, welche wir mit dem allgemeinen Namen „Darmhaut-System" benennen.

a. Das Darmhaut-System.

Das Darmhaut-System zerfällt in die Kopf-Abtheilung, welche unter dem Einflufs des animalen Systems die äufseren Nahrungsmittel aufnimmt und dem Central-Organ übergiebt, und in die Bauch-Abtheilung, die eigentliche Werkstätte der assimilirenden Schleimhaut.

Die Kopf-Abtheilung des Darmhautsystems hat zugleich mit dem entsprechenden Wirbelsystem und dem Athmungs-Apparat ihre Bildungsstätte in dem frühzeitig abgeschnürten Kopftheil der *Membrana intermedia*. Die Höle des letzteren, welche der Anlagerung des assimilirenden Central-Organes entzogen ist, finden wir in der Mundhöle, in der Schlund- und Speiseröhre wieder, so dafs also dem Athmungs-Apparate durch den Kehlkopf der Eintritt in dieselbe nachträglich gestattet wird. Noch ehe die Individualisation des Wirbelsystems für die Kopf-Visceralhöle beginnt, kurz vor dem Erscheinen des ersten Visceralbogens zeigt sich an der inneren Fläche der abgeschnürten *Membrana intermedia* eine zarte Membran, welche die bezeichnete Höle desselben auskleidet, und wohl Mundhaut genannt worden ist. (Tab. IV. Fig. 12.) Man möchte anfangs vermuthen, dafs die Schleimhaut sich auch hierher erweitert hätte, obschon der äufsere Habitus der Mundhaut durch die geringe

weifsliche Färbung, so wie durch die Feinheit bei sonst ziemlich festem Zusammenhange auffällig ist. Mikroskopische Untersuchungen aber entscheiden über jeden Zweifel; die Membran besteht aus einfachen polyedrisch sich abgrenzenden Zellen, ähnlich, wie die frühzeitig sich bildende Membran der Mundhöle beim Frosch. Wir haben es hier also mit einem neuen, von der *Membrana intermedia* abgesonderten Gebilde zu thun, welches der Kopf-Abtheilung des Darmhautsystems angehört, und späterhin als eine Fortsetzung der Zotten- oder Falten-Membran des Darmkanals sich zu erkennen giebt. Dasselbe tritt im Verhältnifs zu dem übrigen Darmsystem aufserordentlich frühzeitig auf; eine Erscheinung, welche wir auch an der, die Mundhöle auskleidenden Membran des Froseches zu bemerken Gelegenheit hatten. Der Grund, warum diese Membran des Darmsystems so frühzeitig sich absondert, ergiebt sich sogleich aus dem Verfolge der Entwickelung. Denn nun erscheinen die Visceralbogen und machen sich, wie wir dieses auseinandergesetzt, gewissermafsen frei. Das Darmsystem aber entwickelt die genannte Membran gleichsam zum Repräsentanten, der sich in die Metamorphosen der Kopf-Visceralhöle, und ihrer hinteren Fortsetzung, so wie auch dem Athmungs-Apparat fügt, doch auch zugleich den Antheil seines Systems in der Kopf-Abtheilung sichert. Die Muskelschicht der Kopf-Abtheilung des Darmsystems sondert sich erst im letzten Zeitraume der Entwickelung von der *Membrana intermedia*. Bei der Bildung der Visceralspalten durch die Visceralbogen scheint mir die genannte Membran des Darmsystems nicht betheiligt zu sein; es zeigen sich nur zwei Oeffnungen an ihr, die für die Mundöffnung, und die für Einmündung des Athmungs-Apparates in die Schlundhöle.

Die Bauch-Abtheilung des Darmhaut-Systems ist in der ersten Entwickelungs-Periode nur in dem nicht abgeschnürten Theile des Centrum der *Membrana intermedia* angedeutet, insofern an der unteren Fläche desselben die Schleimhaut eine Lagerstätte erhalten. Die individuelle Ausbildung der Bauch-Abtheilung des Darmhautsystems umfafst den letzten Entwickelungs-Akt der *Membrana intermedia* als Stellvertreterin des Dotters im Embryo, und der Abschnürungsprozefs derselben von dem peripherischen Theile ist zu diesem Behufe das einleitende Moment.

Im Allgemeinen gestaltet sich der Abschnürungsprozefs am Bauche des Embryo folgendermaafsen.

Ursprünglich geht das Centrum der *Membrana intermedia*, gleichsam von der hinteren Oeffnung des abgeschnürten Kopftheiles der *Membrana*

intermedia anfangend, ebenmäfsig in den peripherischen Theil über. Man könnte sagen: die, von dem peripherischen Theile der mittleren Membran oberhalb bedeckte Dotterkugel bilde mit dem entsprechenden Centrum den Bauch des Embryo, vorn liege der abgeschnürte Kopftheil der Visceralröhre, und über dem Ganzen dehne sich das Central-Nervensystem mit seiner Hülle aus. Nun sondert sich, wie wir dieses beschrieben haben, zunächst das animale System von dem Centrum der *Membrana intermedia* in der angedeuteten Bauchgegend durch Bildung des Amnion (Hautsystem). Darauf wachsen die Visceralplatten hervor, und mit ihrem Erscheinen beginnt der Abschliefsungsprozefs der unteren Wirbelröhre, so zwar, dafs die Basis des Amnion als *Membrana reuniens inferior* voranschreitet und an ihrer unteren und inneren Fläche die Visceralplatten nachfolgen. Um diese Zeit bildet die untere Wirbelröhre eine flache Rinne, welche von den Visceralplatten und der *Membrana reuniens inferior* formirt wird. In der Mitte derselben befindet sich das Centrum der *Membrana intermedia*, mit der Aorta und deren End-Aesten zusammenhangend und vorn in den abgeschnürten Kopftheil übergehend. Zwischen ihm und den Visceralplatten verlaufen seitlich die Wolff'schen Körper, und am hinteren Ende liegen die Anlagen der Allantois. Vorn, am Anfange der Bauchhöle, hat sogleich hinter der abgeschnürten mittleren Membran das Herz seine Lage. (Tab. IV. Fig. 9. und 10.)

In dieser Rinnenform erhält sich die untere Wirbelröhre einige Zeit, und erwartet die nächsten Bildungsvorgänge des Centrum der *Membrana intermedia*. Dieses beginnt nun selbstständig seinen Abschnürungsprozefs von dem peripherischen Theile. Unterstützt wird derselbe: durch die Krümmung des Embryo namentlich vorn, durch das Wachsthum der Allantois am hinteren Ende, ferner durch die Erweiterung der Höle des Amnion von dem sich vermehrenden Fluidum; endlich vor Allem dadurch, dafs die freien Partieen (Seitenplatten) des Centrum der *Membrana intermedia* behufs der weiteren Entwickelungen sich stark verdicken und zugleich eine Richtung nach unten und innen annehmen, mit dem Streben, sich von beiden Seiten zu vereinigen. Diese Vereinigung beginnt zuerst am vorderen, bald darauf am hinteren Ende und zuletzt an den dazwischen liegenden Partieen. Bildet daher früher das Centrum der mittleren Membran durch den peripherischen Theil ein ebenmäfsiges Ganze mit der Dotterkugel; so wird es zu Anfange dieser Bildungsvorgänge über letztere in der Form eines Daches erhoben, dessen Kante oder Giebel unter der Wirbelsäule durch die Aorta und deren End-Aeste mit der

Wirbelsäule verbunden ist. (Tab. IV. Fig. 10.) Durch das Streben des Centrum der mittleren Membran, seine freien, in den peripherischen Theil übergehenden Seitenplatten in genannter Reihenfolge zu vereinigen, wird das Dach allmählig zu einem Kanale abgeschnürt, der in der Mitte durch eine noch weite Oeffnung mit der Dotterhöle in Verbindung steht und vorn in die abgeschnürte Kopf-Abtheilung einmündet. (Tab. V. Fig. 7.)

Die Abschnürung schreitet nun weiter vor, die Höle des Kanals wird verlängert, die Kommunikations-Oeffnung mit der Dotterhöle aber nimmt ab, und wird allmählig auf einen engen Gang, den Dottergang, *ductus omphalo-entericus*, beschränkt. Oberhalb des Dotterganges befindet sich das abgeschlossene Centrum der *Membrana intermedia*, dessen Höle sich in dem Darmkanal des Bauches erhält, und in Kontinuität mit der Höle des früher abgeschnürten Kopftheiles steht. Unterhalb erweitert sich der *Ductus omphalo-entericus* in die Dotterblase, welche zum gröfsten Theile schon von der *Area vasculosa* (peripherischer Theil der *Membrana intermedia*) umgeben wird.

Der Abschliefsung des Centrum der mittleren Membran zu einer Höle für den Darmkanal folgt die Schliefsung der unteren Wirbelröhre am Bauche auf dem Fufse nach. Voran geht die Basis des Amnion als *Membrana reuniens inferior*, und die Visceralplatten wachsen nach. Die ursprüngliche Rinne erweitert sich anfangs, dann aber zieht sie sich zunächst von vorn, etwas später am hinteren Ende, zuletzt auch seitlich über das, in ihrer Mitte gelagerte und sich abschliefsende Centrum der *Membrana intermedia* zusammen. Es entsteht so die anfangs weite Hautnabel-Oeffnung, welche jetzt einen noch freien Durchgang dem *Ductus omphalo-entericus* gestattet, und auch den, mit der Leibeswand verwachsenen Stiel der Allantoide mit dem über das Amnion etc. sich ausdehnenden Blasentheile (*Fundus*) in Verbindung erhält. (Tab. V. Fig. 8.) Bald hat indessen der sich nun schnell verengernde Hautnabel den Dottergang berührt, und es erfolgt eine Verwachsung. Auf diese Weise wird die bisher noch freie Kommunikation des Centrum der *Membrana intermedia* mit dem peripherischen Theile gehemmt; es existirt hier, wie bei der Allantois, nur noch eine Hölen- und Gefäfsverbindung. Man spricht von einem Haut- und einem Darmnabel, welcher letztere dem Eingange in die Höle des Darmkanals entspricht. Die, von dem peripherischen Theile der mittleren Membran (*Area vasculosa*) gröfstentheils umfafste Dotterkugel heifst jetzt Nabelblase.

Wenn die Abschliefsung des Centrum der *Membrana intermedia* am vorderen Ende eben ihren Anfang genommen hat, so werden auch sogleich, noch ehe die Begrenzung der Höle des Dünndarms vollendet ist, die Leber und später das Pankreas angelegt, dann abgesondert und dem Blutsysteme zur weiteren Ausbildung übergeben. Das Centrum der *Membrana intermedia* schreitet nun zur Vollendung der Konformation der Darmhaut im Bauche. Die mittlere Membran vergröfsert sich zu diesem Behufe auf Kosten ihres peripherischen Theiles an der Uebergangsstelle für den Dünndarm, so dafs fortwährend die, mit kugligem Inhalte angefüllten Dotterzellen zur Schleimhaut gelangen und herantreten können. Ist aber die Verwachsung des Hautnabels mit dem Dottergange erfolgt, so ist die freie Kommunikation gehemmt, und die Erweiterung der Schleimhaut durch Dotterzellen nicht mehr möglich. Gleichzeitig hat das Parenchym der Leber sich insoweit entwickelt, dafs die Blutzellenbildung vor sich gehen kann; und die Allantoide ist, durch ihre weite Ausdehnung über die *Area vasculosa* hinweg, in Berührung mit der atmosphärischen Luft getreten, um das Athmungsgeschäft zu versehen. Der peripherische Theil der *Membrana intermedia* mit der anliegenden Kortikal-Dotterzellenschicht verliert auf der genannten Stufe der Abschliefsung die Blutzellenbildung, die Darreichung von Dotterzellen an die Schleimhaut und das Athmungsgeschäft, welche sämmtlich vom Embryo selbst übernommen werden; es bleibt ihm nur die Funktion, den aufgesogenen Nahrungsstoff aus den fettähnlichen Zellen der Dottersubstanz und aus dem, im Dottersacke angesammelten Fluidum zur Vollendung des Entwickelungslebens zu überliefern.

Bei der Enthüllung des Hühnchens übernimmt das Wirbelsystem die gänzliche Abschliefsung der Visceralröhre des Bauches; die Nabelblase wird, nachdem sich der Hautnabel zuvor erweitert, in die Bauchhöle aufgenommen; die aufserhalb gelegenen Theile des Embryo selbst, die Amnionhülle und die Blase der Allantoide, werden nun vollkommen abgeschnürt, und verkümmern. Es entsteht so der Leibnabel, bedeckt von dem Hautsystem.

Wenn wir nun den Abschnürungsprozefs während der ganzen Entwikkelung übersehen, so dürfen wir folgendes Resumé zusammenstellen. Das allgemeinste Resultat derselben ist Röhrenbildung für das Wirbel- mit dem Hautsystem, und für das Darmsystem. Mittelbar walten auch die Rücksichten auf das Blutsystem vor, insofern die Lagerung der Organe desselben dadurch gesichert wird. Diese Röhrenbildung ist ein selbstthätiger Akt des Embryo, welcher sich auf das künftige, freie Leben bezieht. In seinen Folgen offenbart

daher der Abschnürungsprozefs eine immer ausgedehntere Beschränkung aller der Beziehungen, welche den Embryo an das Entwickelungsleben fesseln. In dem Verhältnisse desselben zum Dotter mufs diese Beschränkung hauptsächlich hervortreten, und wir sagen dann: der Embryo wird selbstständiger.

Beim Beginn des Abschnürungsprozesses zunächst, wenn der Kopftheil der *Membrana intermedia* abgegrenzt wird, ist die Röhre für die Kopf-Abtheilung der Visceralhöle und des Darmsystems gemeinschaftlich gegeben. An der äufseren Peripherie breitet sich das Haut- und Wirbelsystem aus, und die innere Höle erhält sich in der Mundhöle, in der Schlund- und Speiseröhre. Für das Blutsystem ist die Lagerung des Ursprungs des Athmungs-Apparates (Kehlkopf, *Trachea*), und auch mittelbar die des Herzens bestimmt. Die Beschränkung des Dotters zeigt sich sogleich darin, dafs die Anlagerung des assimilirenden Central-Organes dem abgeschnürten Kopftheile der *Membrana intermedia* entzogen wird. Ueber letzteren wächst vielmehr das Central-Nervensystem mit seinem vorderen Theile herüber, um gewissermafsen die Entwickelung desselben mit Rücksicht auf das freie Leben des Embryo zu leiten.

In der Fortsetzung des Abschnürungsprozesses ist nur der Bauch des Embryo betheiligt. Sie erfolgt nicht eher, bis die Scheidung des animalen Systems durch die Amnionbildung von der *Membrana intermedia* eingetreten, welche nun die Eingeweide des Blut- und Darmsystems der Bauchhöle (das Herz ist schon vorhanden) entwickeln soll. Die Röhrenbildung des Darmsystems geht hier also gesondert von der des Haut- und Wirbelsystems, wie es die Selbstständigkeit des assimilirenden Central-Organes erfordert. Kurz vor dem Anfange der Abschnürung in der Bauch-Abtheilung der *Membrana intermedia* werden schon für das Blutsystem die Wolff'schen Körper angelegt, dann etwas später die Leber, und nach der Konformation des *Duodenum* das Pankreas, wodurch die Lage dieser Organe gesichert wird. Sobald die Röhre für den Dünndarm vollendet ist, hat die Visceralröhre des Bauches durch die *Membrana reuniens inferior* sich soweit abgeschlossen, dafs die Haut- und Darmnabelwände verwachsen. Dieses ist der zweite Hauptmoment in dem Abschnürungsprozefs. Die Beschränkung der Beziehungen des Embryo zum Entwickelungsleben äufsert sich nun in der Isolirung des Dottersackes zur Nabelblase, welche, von dem peripherischen Theile der *Membrana intermedia* umhüllt und den Rest des Dotters enthaltend, keine Dotterzellen mehr an die Schleimhaut verabreicht, nicht mehr Blutzellen liefert, auch nicht die Erweiterung des Centrum der *Membrana intermedia* unterstützt, und nur

noch die Mittheilung des Nahrungsstoffes an das Blut unterhält. Auch das Athmungsgeschäft ist der *Area vasculosa* genommen und der Allantoide übergeben.

Der letzte Moment der Abschnürung fällt zur Zeit der Enthüllung des Hühnchens. Er besteht in der Abschliefsung der Bauchhöle durch das Wirbelsystem, und der höhere Einflufs des animalen Central-Organes macht sich hier wieder geltend. Nachdem die Nabelblase in die Bauchhöle aufgenommen, wird letztere durch die Visceralplatten abgeschlossen; die Nabel-Oeffnung ist geschwunden. Die letzte Funktion des Dotters, die Ernährung der Blutzellen, wird durch das Darmsystem versehen, und die Athmung durch die Lungen unterhalten.

Nach diesem, für die allgemeine Uebersicht nothwendigen Abschweife mögen wir zur Konformation der Bauch-Abtheilung des Darmhautsystems zurückkehren. Diese umfafst den letzten Entwickelungs-Akt des Centrum der *Membrana intermedia*, hier in einem isolirten Zustande. Zu diesem Behufe verdickt sich von Neuem die Bildungsmasse des Centrum der mittleren Membran zu Seitenplatten (v. Bär's Darmplatten), schnürt sich allmählig von dem peripherischen Theile ab und wird dann zu demjenigen Gebilde, welches wir beim Frosch Darmhaut genannt haben; als solche wollen wir sie nun auch hier aufführen.

Die Konformation der Darmhaut in der Bauch-Abtheilung für die assistirenden Gebilde des vegetativen Central-Organes ist wesentlich dieselbe, wie beim Frosch. Bei letzterem wird zuerst von den Darmhautplatten ein einfacher Sack gebildet, welcher nachträglich gleichzeitig in drei Abtheilungen für Magen, Dünn- und Dickdarm sich abtheilt; dann aber in die individuelle Darmform der Froschlarve sich verwandelt. Beim Embryo des Hühnchens wird nun nicht ein einfacher, bis auf die vordere und hintere Oeffnung geschlossener Darmhautsack formirt; sondern durch den allmählig erfolgenden Abschnürungs-Prozefs des Centrum der *Membrana intermedia* am Bauche werden die Seitenplatten desselben zuerst am vorderen Ende für die Gegend des Magens, dann am hinteren für die des Dickdarms zur Röhre abgeschlossen. (Tab. V. Fig. 7.) Zwischen beiden ist die anfangs noch ganz offene Partie, deren Seitenwände für den Dünndarm sich allmählig verlängern, zusammenziehen, und erst später vollkommen abschliefsen. Die Bildung und Abschliefsung der Darmhaut geschieht daher beim Hühnchen nicht überall gleichzeitig, sondern in den verschiedenen Regionen zu verschiedenen Zeiten.

Während vorn und hinten die Seitenplatten des Centrum der *Membrana intermedia* sich vereinigt haben, ja die Individualisirung der Darmform schon begonnen hat, findet in der Mitte für die dünnen Därme noch Erweiterung und Abschliefsung der Darmhaut (Seitenplatten des Centrum der *Membrana intermedia*) statt, bis die Verwachsung des Haut- und Darmnabels erfolgt ist. Darin besteht der Unterschied in der Bildung des Darmhautsackes der niederen und höheren Wirbelthiere; er wird durch die verschiedene Entwickelungsweise beider Wirbelthier-Abtheilungen bedingt.

Die individuelle Ausbildung der Darmform durch die Darmhaut mufs wiederum ganz so aufgefafst werden, wie es die Bildungsgeschichte des Frosches lehrt.

v. Bär hat sich bei der Bildung des Darmkanals durch mehrere Umstände irre leiten lassen. Abgesehen davon, dafs dieser geistreiche Naturforscher die Ansicht von einer Keimhaut und deren Theilung in drei Blätter in die Entwickelungsgeschichte der Thiere hauptsächlich einführte, dafs ihm mithin die Bedeutung der *Membrana intermedia* entging; so scheint beinahe, als hätte er in den späteren Entwickelungsperioden das isolirte Schleimblatt übersehen und mit dem Gefäfsblatte ganz einverleibt. Aufserdem hat v. Bär die Bildung des Peritonäum und des Mesenterium verkannt. In letzterer Beziehung vermuthe ich, dafs vorzugsweise das Lumen der Aorta zu der, von ihm beschriebenen Entstehungsweise des Gekröses Veranlassung gegeben hat. Die Aorta ist nämlich besonders vorn, wo sie aus den vereinigten Stämmen der Aortenbogen zusammengesetzt wird, aufserordentlich weit, sie hat überdiefs keine isolirte Wandungen und gemeinhin ist sie leer von Blutzellen. An Durchschnitten sehen wir daher eine grofse Lücke zwischen dem Wirbelsystem und der Darmhaut (Centrum der *Membrana intermedia*), zu deren beiden Seiten die Wolff'schen Körper sich befinden. (Tab. IV. Fig. 10.) Diese Lücke des Lumens der Aorta ist nun ganz die Stelle, wo v. Bär seine Gekröslücke hinzeichnet; die Aorta selbst ist dagegen von ihm oberhalb der Lücke gesetzt. Ihre Weite ist daselbst so angegeben, als ob sie um die Hälfte dünner wäre, als die Wirbelsaite; sie ist aber selbst am hintersten Ende ein bis zwei Mal so dick als letztere. Die etwas festere Wand der Aorta gegen die Wolff'schen Körper hin entspricht den von v. Bär beschriebenen Gekrösplatten.

Bei den Durchschnitten um die Zeit der Bildung des Darmkanals durch die Darmhaut mufs man die früher angeführten Verhältnisse stets im Auge behalten, dann kann man sich leicht orientiren. Die Darmhaut ist nämlich

nichts Anderes, als das im letzten Bildungs-Akte begriffene Centrum der *Membrana intermedia*; sie hangt an ihrer mittleren Oberfläche durch die Aorta und ihre End-Aeste mit der Wirbelsäule zusammen. Demgemäfs ist die Verbindungsfläche anfangs vorn schmäler, hinten breiter; zu ihren Seiten verlaufen die Wolff'schen Körper. Man sieht also an Querdurchschnitten (siehe Tab. IV.) am meisten nach oben die obere Wirbelröhre mit dem Central-Nervensystem, in dem Kanale der Wirbelsäule die *Chorda dorsalis*; darunter ein oder zwei Lumina der Gefäfse, zu den Seiten die Wolff'schen Körper, und zuletzt die Darmhaut. Nicht selten fällt die *Chorda dorsalis* heraus, und dann erscheinen unter dem Lumen des Kanals der Wirbelsäule für die *Chorda dorsalis* ein oder zwei Lumina der Gefäfse. Wird der Durchschnitt gleich hinter dem Herzen gemacht, so zeigt sich gewöhnlich das Lumen der Aorta noch durch eine Scheidewand getheilt, da hier die gemeinschaftlichen Räume der Aortenbogen eben die Aorta selbst zusammensetzen. Etwas weiter nach unten verkleinert sich die Scheidewand und verliert sich allmählig gänzlich. Daher findet man das Lumen der Aorta hier anfangs zur Hälfte seiner Höhe und dann nur durch einen kleinen Vorsprung gleichsam wie in zwei Theile geschieden (Tab. IV. Fig. 9.), bis endlich die vollkommene, einfache Kreisform sichtbar wird. Schliefslich ist noch der verschiedene Fortschritt der Darmhautbildung in Betracht zu ziehen, indem man vorn schon auf ein entstandenes *Mesenterium* treffen kann, während weiter nach hinten noch nichts davon zu bemerken ist.

Die Individualisirung der Darmhaut zur Darmform beginnt nun gemäfs dem Abschnürungsprozefs zuerst in der Gegend des Magens, dann am Dickdarm, und von diesen beiden Enden aus nach der Mitte hin, wo der Dünndarm sich bildet, indem die Seitenplatten des Centrum der *Membrana intermedia* als Darmhautplatten sich nach dem freien Dottergange hin erweitern und neue Bildungssubstanz für den Dünndarm in den Kreis der Abschnürung und in die schon vorhandene Darmform hineinziehen. Doch geschieht dies nur so lange, bis der Hautnabel dem weiteren Wachsthume durch Vereinigung mit dem *Ductus omphalo-entericus* Schranken setzt. Die Verlängerung des ganzen Darmes und auch des Dünndarms findet nachher während der letzten Periode des Entwickelungslebens nur im Bereiche des Fruchthofes statt. Wenn man auch späterhin noch Darmstücke im Dottergange sieht, so überzeugt man sich, dafs es nur die Blinddärme oder herausgetretene andere Theile des Dünndarms sind.

So lange die Darmhaut noch in der Erweiterung begriffen ist, bildet das Centrum der *Membrana intermedia* mit dem peripherischen Theile im Dottersack ein, ohne sichere Abgrenzung übergehendes Ganzes, so dafs die Darmhöhlung unmittelbar gleichsam in die Höle des Dottersackes durch den *Ductus omphalo-entericus* ausmündet; letzterer stellt sich als ein, beiden Theilen gemeinschaftlich angehörendes Mittelglied dar. (Tab. V. Fig. 8.) Nach der Vereinigung des Haut- und Darmnabels bildet die Höle des Darmkanals mit der des Dünndarms ein in sich abgeschlossenes Ganzes, und der *Ductus omphalo-entericus* hält sich allein zum Dottersack (jetzt Nabelblase), durch eine enge abgegrenzte Oeffnung mit dem Darm kommunizirend.

Zur Zeit, wann das Pankreas von der *Membrana intermedia*, nachdem letztere schon als Darmhaut die Form des *Duodenum* bestimmt hat, sich absondert, werden auch auf dem Uebergange des *Intestinum tenue* in den Dickdarm zwei ganz ähnliche Erweiterungen zu beiden Seiten der Darmhaut sichtbar. Es sind die Anlagen für die beiden Blinddärme. Aeufserlich der Anlage des Pankreas sehr ähnlich, haben sie eine ganz verschiedene Bildungsweise, wovon uns Durchschnitte leicht überführen. Die beiden Anlagen der Blinddärme erweisen sich nämlich als reine Erweiterungen des Darmkanals zugleich mit der Schleimhaut; dagegen das Pankreas unter anderen Verhältnissen von der *Membrana intermedia* ebenso abgesondert wird, wie die übrigen Hilfs-Organe des Blutsystems.

Das *Mesenterium* bildet sich nach denselben Gesetzen, wie bei der Froschlarve. Wir haben ursprünglich einen Darmhautsack, der vorn in der Gegend des Magens und hinten in der des Dickdarms abgeschlossen ist, zwischen beiden Enden aber als Halb-Rinne mit verlängerten Seitenwänden in den Dottergang sich ausmündet. Dieser Darmhautsack ist durch die Aorta und deren End-Aeste unmittelbar an die Wirbelsäule befestigt, welcher letzteren auch nur die Länge seiner Hölung entspricht. Behufs der Individualisirung der Darmform verlängert sich nun der Darmhautsack, indem gleichzeitig seine Hölung verengt wird. Der Darmkanal mufs sich also von der Wirbelsäule entfernen, und Dieses geschieht, indem die Wandungen der Darmhaut unter der Wirbelsäule als Mesenterialplatten allmählig verwachsen, vor sich die Hölung für den Darm und in derselben die Schleimhaut nach unten gleichsam drängend. Es entsteht bei diesem Bildungsvorgange keine Mesenteriallücke, sondern die Verwachsung der Darmhaut-Wandungen beginnt unmittelbar unter den grofsen Gefäfsstämmen und der Wirbelsäule. (Tab. IV. Fig. 10.) Wo

sich der Darmhautsack am meisten verlängert, im Dünndarm, wird auch das längste Mesenterium nothwendig, und die Aorta schickt, ihren Pflichten getreu, durch das Gekröse die ernährenden Gefäfszweige dem sich entfernenden Darmkanal zu. Später entwickeln sich im *Mesenterium* die anderen Verbindungen mit den Organen und Systemen des Körpers; desgleichen entsteht auch die Milz mitten in ihrer Substanz über dem Muskelmagen.

Das Peritonäum ist kein selbstständiges Gebilde, sondern eine, sich absondernde gefäfslose Zellenschicht von den Geweben aller Organe und Systeme, welche der Bauchhöle eine freie Fläche darbieten; es ist ein schützendes Epithelium, welches zellgewebeartig sich ausbildet. Man bemerkt die ihm entsprechende Zellenschicht schon früh, indem, wie auch v. Bär anführt, die freie Fläche der Gewebe in der Bauchhöle von einem durchscheinenden Ueberzuge umgeben zu sein scheint. Die Isolirung dieses Ueberzuges ist aber jetzt nicht möglich, und kann erst mit der differenteren Ausbildung der Gewebe selbst geschehen. Gegenwärtig zeigt sich das Peritonäum in der genannten Form: an der Leber, welche mit der unteren Fläche des rechten Leberlappen eng auf der rechten Fläche der Uebergangsstelle des Magens zum Duodenum liegt; ferner an dem Pankreas, an den hervorgetretenen Lungen, am Herzbeutel, an dem Mesenterium und der Darmhaut überhaupt, an den Wolff'schen Körpern, an dem Stiel der Allantois, endlich an dem Wirbel- und Hautsystem, insoweit das Gewebe dieser Gebilde eine freie Fläche der Bauchhöle darbietet.

b. Die Schleimhaut.

Das vegetative Central-Organ ist aufser der vergänglichen Wirbelsaite das einzige und zugleich so wichtige Gebilde des thierischen Zellen-Organismus, welches selbstständig angelegt und ohne Vermittelung des Blutsystems erweitert und ausgebildet wird. Aus der ersten Entwickelungsperiode ist es uns gewissermafsen nur als erste Grundlage überkommen, welche in der unteren Fläche des nicht abgeschnürten Centrum (Bauch-Abtheilung) der *Membrana intermedia* ihre Ausbreitungsstelle erhalten hat. Die Lage der Schleimhaut ist hier eine solche, dafs letztere durch die Vergröfserung des Centrum der *Membrana intermedia* fortwährend sich erweitern kann, indem an ihre Peripherie die, mit kugligem Nahrungsinhalt gefüllten Dotterzellen aus der *Area vasculosa* herantreten. Der kuglige Nahrungsinhalt der Dotterzellen ver-

schwindet dann beim Uebergange allmählig; es entstehen Mutterzellen, und junge Generation.

In diesem Bildungsprozesse begriffen und ihre Lagerungsstätte fest behauptend, erwartet die Schleimhaut die Entwickelung der Darmhaut durch das Centrum der *Membrana intermedia*. Wird dann die Darmhaut abgeschnürt, so fügt sie sich in die gebildeten Hölen, in der Mitte durch den Dottergang fortwährend neue, mit kugligem Inhalt gefüllte Dotterzellen annehmend. Bei der Bildung des *Mesenterium* wird sie nach unten gedrängt, und bleibt so in dem Darmhautkanale ausgebreitet. Gewöhnlich findet man sie hier, wenn die Embryonen in Spiritus aufbewahrt waren, ganz locker in der Darmhautröhre liegen. (Tab. IV. Fig. 11.) Ist die Darmhaut aber im Wesentlichen konformirt, lassen sich Magen, Dünn- und Dickdarm unterscheiden, so verwächst der Hautnabelgang mit dem *Ductus omphalo-entericus*, und die Grundlegung der Schleimhaut ist vollendet.

Mikroskopisch untersucht besteht sie gegenwärtig aus den früher beschriebenen, kleinen runden Zellen, welche ganz dichtgedrängt und mehrfach übereinander zusammenliegen.

Rückblick auf das Larvenleben des Hühnchens.

Während des ganzen Larvenlebens wird in der *Area vasculosa* durch die Dottervenen Wasser-Athmung unterhalten, durch die Kortikalschicht des Dotters Blutzellen und Nahrungsstoff an das Blut, sowie Dotterzellen mit kugligem Inhalt an die Schleimhaut verabreicht. Das embryonische Leben ist daher noch enge an den Dotter gefesselt. Inzwischen sind jedoch allmählig alle Vorbereitungen getroffen, um den Embryo auf eine mehr selbstständige Bildungsstufe zu erheben, damit derselbe fähig werde, die höchste Ausbildung durch die Larven-Metamorphose zu erringen.

Beim Frosch ist die Larven-Bildungsstufe auf ein Entwickelungsleben im freien Zustande berechnet; der thierische Zellen-Organismus ist in der einfachsten Wirbelthier-Form, gleichsam als Fisch, mit der Aufsenwelt in Berührung getreten. Es fehlen nur die Generations-Werkzeuge, und hierdurch ist uns die Andeutung gegeben, dafs wir eben nur eine Larve vor uns haben.

Beim Hühnchen soll das Entwickelungsleben unter dem Einflusse des Dotters und der Umgebungen der Ei-Zelle bestehen und vollendet werden. Daher richtet sich die Larvenstufe der Systeme und Organe des thierischen Organismus nach diesen nothwendigen Bedingungen. Wir haben zwar die

erste, selbstständigere Stufe eines Wirbelthieres vor uns; aber überall gewahren wir die innigen Beziehungen zum Dotter, zu dessen nächsten Umgebungen, sowie auch zu dem höheren Standpunkte des Individuums im Wirbelthier-Reich überhaupt. Daher ist gleichsam nur der Grundrifs des höheren Wirbelthieres gelegt. Wir haben in der oberen Wirbelröhre das so selbstständig auftretende Central-Nervensystem, in der unteren die Schleimhaut mit der Darmhaut in der ersten Konformation; ferner das Central-Organ des Blutsystems mit den Wolff'schen Körpern, mit der Leber, dem Pankreas und den Anlagen der Nieren und des Lungen-Systems. Aufserdem ist durch das Hautsystem das Amnion entwickelt als Hülle für den Embryo, zur Unterstützung der schwebenden Haltung desselben im Ei, als Reservoir einer später noch brauchbaren Absonderung, endlich vor Allem, damit die Kommunikation zwischen Embryo und Dotter nicht gehemmt werde, und die *Area vasculosa* in ihrer Funktion verbleiben könne. Ferner sehen wir die Allantois als Behältnifs der Ausscheidungsmasse blutreinigender Organe erstehen, zur äufsersten selbstständigen Hülle des Embryo sich entwickeln, und mit Blutgefäfsen sich reichlich versehen, um die Luft-Athmung möglich zu machen und zugleich die Haltung des Hühnchens in der Ei-Schaale im letzten Zeitraume der Entwickelung zu unterstützen. Endlich ist noch die wichtige Verbindung des Hauptstammes der Dottervenen und der Leber zu erwähnen, wodurch letztere mit reichlichem Nahrungsstoff getränkt wird, und die Blutzellen-Bildung übernehmen kann.

Mit der Hervorbildung des Embryo zur Larvenstufe ist ähnlich wie beim Frosch der Dotter, so hier der Stellvertreter desselben, das Centrum der *Membrana intermedia* gleichsam verbraucht. Nachdem an seiner Oberfläche schichtweise bald über-, bald nebeneinander das Wirbel-, das Hautsystem, das Herz, die Wolff'schen Körper, die Leber und das Pankreas abgesondert sind, so ist die *M. int.* in der Entwickelung der Darmhaut gewissermafsen untergegangen. Das Centrum der *Membrana intermedia* ist daher jener Dottermasse zu vergleichen, welche beim Frosch zwischen dem Central-Nervensystem und der Schleimhaut alle die genannten Organe und Systeme in ähnlicher Weise absonderte. Der peripherische Theil der *Membrana intermedia*, welcher die unmittelbare Wechselwirkung zwischen Embryo und Dotter unterhält, mufs natürlich so lange verbleiben, als der Dotter überhaupt noch eine Bedeutung für den Embryo hat.

In Rücksicht auf die zeitliche Reihenfolge in der Entwickelung der Hauptsysteme des thierischen Organismus dürfen wir jetzt auch die Beobachtung bestätigen, welche in der Entwickelung des Dotters zur Froschlarve so auffallend hervortrat. Hier sahen wir das animale System zuerst von dem Dotter abgesondert; dann folgte das Blutsystem, und den Schluſs machte das Darmsystem. Dieselbe zeitliche Reihenfolge kann man schon bei der Grundlegung des Hühnchens in der ersten Entwickelungs-Epoche wahrnehmen. Es wurde zuerst das Central-Organ des animalen Systems, das Central-Nervensystem, dann die *Membrana intermedia* und mit ihr zugleich die Grundlage des Blutsystems, zuletzt endlich das Central-Organ des vegetativen Lebens, die Schleimhaut angelegt. Auch bei der Uebersicht über die ganze Entwickelung der *Membrana intermedia* stellt sich eine solche Anfeinanderfolge heraus. Kann man von der ersten Entwickelungs-Epoche sagen, daſs die besondere Beziehung zum animalen System bei der frühzeitigen Absonderung des Haut- und Wirbelsystems hervortritt, so ist im Larvenleben des Hühnchens das Uebergewicht des Blutsystems nicht zu verkennen. Die Allantoide, die Leber, die blutreinigenden Organe entstehen nicht allein während des Larvenlebens, sondern entwickeln sich auch so vorherrschend, daſs sie zur Larven-Metamorphose ihre Funktionen übernehmen können. Auf den letzten Zeitraum des Entwickelungslebens, auf die Larven-Metamorphose ist besonders die Individualisation des Darm-Systems beschränkt. Mit der höheren Stellung des Systems ist demgemäſs auch eine längere Zeit für die Ausbildung gegeben.

II. Die Larven-Metamorphose des Hühnchens.

Charakter: Luft-Athmung durch die Allantois, Blutzellen-Bildung durch die Leber, Ausscheidung unbrauchbarer Stoffe aus dem Blutsystem durch Nieren: Vollendung der Ausbildung des animalen und Darmsystems für das entwickelte Thier: Entwickelung der Generations-Werkzeuge; Enthüllung des Hühnchens.

Das Wechsel-Verhältnifs des Embryo und des Dotters.

In diesem Zeitraume des Entwickelungslebens ist der Dotter fast auf die Bedeutung eines äuſseren Nahrungsmittels für den Embryo zurückgekommen: er giebt nicht mehr Blutzellen, nicht Dotterzellen der Schleimhaut, sondern nur fettähnliche Nahrungssubstanz dem Blute zur Assimilation. Der Embryo vollendet seine Entwickelung auf Kosten des übrig gebliebenen

Dotters, wie die junge Zelle in einer einfachen Mutterzelle den kugligen Nahrungsinhalt verbraucht, um zur Reife zu gelangen.

Untersucht man jetzt den Dotter, so findet man vorzugsweise die Zellen der Dottersubstanz, welche mehr oder weniger in Fettzellen sich verwandelt haben. Aufser ihnen treffen wir auch noch auf Zellen der Dotterhöle mit grofs-kugligem Inhalte, oft von sehr bedeutender Gröfse. Sie haben ein dunkel gelbbraunes, fettzellen-ähnliches Ansehen, und ein Zellenkern ist nicht zu bemerken. Diese fettähnlichen Zellen der Dotterhöle mit grofskugligem Nahrungsinhalte setzen auch gegenwärtig hauptsächlich die Kortikalschicht in der *Area vasculosa* zusammen, während jene Mutterzellen mit feinkörnigem Inhalte, durch welche der Blutmasse junge Generation geliefert wurde, bald gar nicht mehr zu entdecken sind. Höchst selten sieht man noch einfache Dotterzellen der Höle mit erkennbarem Kern. Aber auch diese haben dann ein gelbbraunes, mehr dunkles Ansehen, und der Inhalt markirt sich zuweilen, wie in einzelne, konzentrische Zonen getheilt. Zerpreſst man eine solche Zelle, so bleiben Tröpfchen und auch unregelmäfsige Fettmassen übrig, als wenn ein fettiger Inhalt von verschiedener Konsistenz den Kern umgebe, und dadurch auch die konzentrischen Zonen hervorgerufen hätte. Zuweilen schien es mir, dafs die konzentrischen Ringe den Konturen kleinerer Zellen entsprächen, welche unter dem Fortbestehen der Zellen-Membran der Mutterzelle sich gleichfalls zu Mutterzellen entwickeln, und nun, wie eingeschachtelt, beisammenleben. In diesem Falle würde der sichtbare Zellenkern der jüngsten Zelle angehören.

Auffallend ist das Verhalten des Eiweifses zum Dotter in der letzten Zeit des Entwickelungslebens. Dasselbe ist allmählig auf ein dickflüssiges Residuum von weifslich-gelbem Ansehen reduzirt, welches sich an dem *Fundus* der Nabelblase da, wo die eine Chalaze sich noch erhalten hatte, ansammelt. Wenn man hier das Eiweifs auch noch so vorsichtig hinwegnimmt, so zeigt sich eine kleine runde Oeffnung an dem *Fundus* der Nabelblase, und der Dotter tritt heraus. Es scheint daher eine Kommunikation zwischen Eiweifs und Dotter stattzufinden, und so wäre es wohl möglich, dafs ersteres dem letzteren noch als Nahrungsstoff dienen könne. Das schnelle Hinschwinden des Eiweifses um die gegenwärtige Zeit würde dafür sprechen.

Der untergeordneten Bedeutung des Dotters analog zeigen sich nun auch jene beiden Gebilde, welche das Wechselverhältnifs des Embryo und des Dotters vertreten.

Die Umhüllungshaut (seröse Hülle) wird allmählig durch die Allantois verdrängt. Sie verliert zunächst, indem die Allantoide sich zur Hülle des Embryo und bald auch des Dotters ausgebildet, ihre Funktion, die schwebende Haltung des Embryo zu unterstützen, und die Allantoide (als Chorion) übernimmt dieselbe. Später ist es sogar schwer, ihre Existenz evident nachzuweisen. Ob die Umhüllungshaut aber gänzlich verschwindet, kann ich nicht mit Gewifsheit entscheiden. Zu Anfange der Larven-Metamorphose kann sie als seröse Hülle des Embryo an seinen Aufsengebilden und der Nabelblase deutlich dargelegt werden. Um die Zeit, wann die Allantoide bis auf einen kleinen Raum von etwa 6-7 Linien im Durchmesser die Nabelblase umwachsen hat, ist die seröse Hülle bei letzterer von dem hier freien peripherischen Theile der *Membrana intermedia* noch abzutrennen, während sie auf der Oberfläche der Allantoide nicht mehr bemerkt wird. Man sieht aber die seröse Hülle von der Nabelblase auf die anliegende Oberfläche der Allantois deutlich sich hinaufbegeben, ohne weiter sich abtrennen und verfolgen zu lassen. Demnach würde diese Beobachtung dafür sprechen, dafs die seröse Hülle mit der oberflächlichen Platte der Allantois nur verwachsen und nicht gänzlich verkümmert sei. Der Umstand, dafs die Froschlarve, obschon mit dem eigenen Hautsysteme versehen, ihre Umhüllungshaut fast bis an das Ende der Larven-Metamorphose bewahrt, kann gleichfalls einen Grund gegen das frühzeitige Hinschwinden der Umhüllungshaut beim Hühnchen abgeben.

Was nun den peripherischen Theil der *Membrana intermedia* anbelangt, so geht mit ihm eine auffallende Umänderung vor. Er dehnt sich allmählig über den ganzen Dotter aus, und umhüllt den letzteren bis auf jene kleine, runde Stelle, wo der Dotter mit dem Eiweifs zu kommuniziren scheint. Die Dotterhaut ist dann plötzlich verschwunden, ohne dafs man übriggebliebene Spuren auffinden kann. Der von dem peripherischen Theile der *Membrana intermedia* umhüllte Dotter heifst jetzt schon Nabelblase.

Wichtiger sind die Veränderungen, welche die Gefäfse des peripherischen Theiles der *Membrana intermedia* betreffen, und wodurch das verschiedene Verhalten und die veränderte Funktion der *Area vasculosa* bedingt wird.

Die Dottervenen, welche bis jetzt mit breiter Wandung an der Oberfläche hervortraten, fangen an, allmählig sich zurückzuziehen. Obschon die Venenstämme sich erweitern, so erscheinen sie an der Oberfläche des Gefäfshofes vielmehr als dünner gewordene Bahnen; ja einzelne Zweige entziehen sich dem Anblick gänzlich, und man möchte glauben, dafs sie wirklich ver

kümmern. Betrachtet man nun die untere Fläche der *Area vasculosa*, so sieht man hier in eben demselben Grade den Gefäfsen entsprechende Wülste hervortreten, und man gewinnt die Ueberzeugung, dafs die Gefäfse nicht verkümmern und verschwinden, sondern nur aus der äufsersten Peripherie der Nabelblase gleichsam gegen den in der Mitte befindlichen Dotter hereingezogen sind.

Anfangs scheinen die Dottervenen und die gemeinhin unter ihnen verlaufenden Dotter-Arterien gleichmäfsig diesen Rückzug zu vollführen. Bald jedoch offenbaren letztere eine gewisse Selbstständigkeit in ihren Veränderungen. Sie entfernen sich stärker nach unten und innen von den entsprechenden Venen, so dafs eine Lücke zwischen beiden Gefäfsen entsteht. In diesem Zwischenraume bilden sich gleichzeitig bald näher, bald entfernter voneinander gelegene Stränge, welche die Verbindung beider Gefäfse unterhalten, so dafs auch jetzt noch die fester an den peripherischen Theil der *Membrana intermedia* verlaufende Vene den Haltpunkt für die entsprechende Arterie abgiebt. Und nicht allein die Gefäfsstämme, sondern auch die von ihnen abgehenden Zweige werden aus der unteren Fläche der *Membrana intermedia* gleichsam abgehoben und senken sich herunter, indem sie sich, wie mir schien, erweitern, verlängern und auch zugleich viele Verbindungsstränge unter den einzelnen Zweigen und auch mit der Membran hervorbilden.

Die untere Fläche der *Area vasculosa* erscheint nun wie mit ganzen Reihen von Franzen, strahligen Blättern und Netz-Werken besetzt, welche gewöhnlich an einen gröfseren Gefäfsstamme, der mit der Fläche der *Membrana intermedia* in Verbindung steht, befestigt sind. In dieser Weise präsentirt sich die untere Fläche der *Area vasculosa*, wie eine mit reichlichen Falten besetzte Membran, fast wie die innere Fläche eines Darmkanals bei niederen Wirbelthieren. Schon v. Bär hat diesen Vergleich gemacht. Dennoch dürfen die Unterschiede nicht übersehen werden, obschon die ganze Metamorphose zu einer ähnlichen Funktion des Gefäfshofes vorbereitet wird, wie sie im Darmkanale stattfindet.

Untersucht man nun in Bezug auf die einzelnen Theile genauer die *Area vasculosa*, so findet man nur noch zwei Schichten vor. Die obere wird von dem peripherischen Theile der *Membrana intermedia* sammt den Gefäfsen, die untere von der übriggebliebenen Rindenschicht des Dotters gebildet; die früher über den Gefäfshof sich ausbreitende Umhüllungshaut ist durch die Allantois entfernt. Die Rindenschicht des Dotters ist jetzt jedoch nicht mehr

so locker, sondern fester und inniger mit dem peripherischen Theile der *Membrana intermedia* vereinigt. Befreit man die Blätter und Franzen von der Dotterschicht, so sieht man jetzt die Dotter-Arterien überall von isolirten Wandungen umgeben, die jedoch sich weniger derb als die der Dottervenen darstellen. An einigen Stellen der Gefäfswandungen sitzen dann die Dotterzellen der Rindenschicht fester. Mit Hilfe des Mikroskops überzeugt man sich hier, dafs die Rindenschicht bei der Bildung der Gefäfswandungen der Dotter-Arterien thätig eingreift, und zum gröfsten Theile die Zellen dazu liefert. An anderen Stellen bemerkt man die Dotterzellen sich zellgewebartig entwickeln. Die Zellen-Membranen derselben erweitern sich von der Wandung einer Dotter-Arterie nach einer andern in der Nähe befindlichen, oder gegen die Fläche des peripherischen Theiles der mittleren Membran, oder endlich gegen eine andere in gleicher Art sich entwickelnden Dotterzelle der Rindenschicht selbst. So wird das Bild von Netz-Werken, strahligen Blättern und Franzen hervorgerufen, indem, durch den Ueberzug von der Rindenschicht des Dotters, Alles stärker hervortritt. Die Kortikalschicht des Dotters überzieht aber jetzt nicht allein die Dotter-Arterien mit den Verbindungssträngen, sondern auch die stärker nach unten und innen hervorgetretenen Venen. Es ist auch wahrscheinlich, dafs manche Venenstämme, wie die Arterien, mit ihren Zweigen aus der Fläche gleichsam abgehoben werden und Blätter und Franzen bilden; doch ist es schwer, dieses sicher zu bestimmen. Wenn man aber die Veränderungen der *Area vasculosa* von Anbeginn verfolgt, so überzeugt man sich deutlich, dafs dieselben zunächst und hauptsächlich durch die, gemeinhin unter den Venenstämmen verlaufenden Arterien bewirkt werden.

Im Kurzen lassen sich nun die Veränderungen in der *Area vasculosa* folgendermafsen zusammenfassen. Es ziehen sich die Dottervenen und vorzüglich die Dotter-Arterien aus der Oberfläche des peripherischen Theiles der *Membrana intermedia* nach unten zurück, indem zugleich die Dotter-Arterien unter Mitwirkung der Dotterzellen in der Rindenschicht festere Wandungen erhalten. Dann entfernen sich vorzugsweise die Dotter-Arterien, welche am meisten nach unten liegen, aus der Ebene des peripherischen Theiles der *Membrana intermedia* sowohl in den Stämmen, als auch besonders in den einzelnen sich vergröfsernden Verzweigungen, während aus den Dotterzellen der Rindenschicht gebildete Verbindungsstränge die Befestigungen der Gefäfse unter sich und an die mittlere Membran übernehmen. Dadurch entstehen Netz-Werke, strahlige Blätter und Franzen, von den Gefäfsen und den Ver-

bindungssträngen gebildet, an der unteren Fläche der *Area vasculosa*. Die Rindenschicht des Dotters, in welcher die bei der Blutzellenbildung thätigen Mutterzellen mit feinkörnigem Nahrungsinhalte nicht mehr zu bemerken sind, und nur Dotterzellen mit grofskugligem Nahrungsinhalt sich vorfinden, überzieht die ganze untere Fläche des peripherischen Theiles der *Membrana intermedia* sammt den durch das Herabsinken der Gefäfse entstandenen Hervorragungen.

Diese Metamorphosen in der *Area vasculosa* sind zugleich von einem allmähligen Hinschwinden des bei der Blutzellenbildung sichtbar gewordenen Fluidum im Dottersack begleitet. Letzterer wird enger, es zeigen sich Einschnitte, dem Verlaufe gröfserer Gefäfsstämme entsprechend, und die in Franzen und Netz-Werken heruntergetretenen Blätter der Gefäfse gelangen so auf die übriggebliebene Dottermasse, die gröfstentheils aus den Zellen der Dottersubstanz besteht, senken sich in sie hinein, und stehen, sowie die ganze untere Fläche der *Area vasculosa*, mit derselben bald in der innigsten Berührung.

Die angeführten Veränderungen in dem Gefäfshofe deuten schon an, dafs auch die bisherigen Funktionen in demselben nicht erhalten bleiben können. Die Dottervenen sind nicht mehr zur Unterhaltung des Athmungsgeschäftes tauglich, da sie aus der Oberfläche der *Area vasculosa* sich zurückgezogen, und durch die vorgetretene Allantoide von einer näheren Verbindung mit dem allmählig hinschwindenden Eiweifs und der Atmosphäre entfernt sind. Die Dotter-Arterien haben eine festere Wandung erhalten, und sind nicht mehr eingerichtet, Blutzellen aus der Rindenschicht des Dotters aufzunehmen, in welcher überdiefs dergleichen Mutterzellen seltener, bald gar nicht mehr vorgefunden werden. Die bei der Blutzellenbildung in den Dottersack abgeschiedene Flüssigkeit nimmt ab und verschwindet bald gänzlich.

Es ist dem Gefäfshofe nur noch eine Funktion geblieben, die der Darreichung von Nahrungssubstanz an das Blut, und alle Veränderungen, welche wir beschrieben, sind ganz dazu geeignet, dieselbe zu unterhalten und zu unterstützen. Sowohl die Dotter-Venen als auch besonders die Dotter-Arterien sind zu diesem Behufe zum gröfsten Theile von der Rindenschicht des Dotters überzogen, welche gegenwärtig vorzüglich aus Dotterzellen mit grofskugligem Nahrungs-Inhalte zusammengesetzt wird. Damit aber die Rindenschicht des Dotters selbst Ersatz an Nahrungsinhalt erhalte, ist sie mit den, durch den fettähnlichen Inhalt sich auszeichnenden Zellen der Dottersubstanz in die innigste

Berührung gesetzt. Gemeinhin findet man daher die Zellen der Dottersubstanz an der unteren Fläche der *Area vasculosa* festklebend, wodurch letztere eine gelbliche Färbung annimmt, und zu der Benennung *Vasa lutea* Veranlassung gegeben hat. Diese innige Verbindung ist aber ganz nothwendig, um die Dotterzellen der Rindenschicht in der Aufsaugung von Nahrungsstoffen aus der freien Dottersubstanz zu unterstützen. Die Befriedigung dieses Bedürfnisses der Rindenschicht zeigt sich zunächst in der Assimilation des im Dottersacke angesammelten Fluidum. Nachdem dieses aufgesogen, tritt erst die Wechselwirkung mit der Dottersubstanz selbst ein.

Das Verhalten der *Area vasculosa* (Nabelblase) im letzten Zeitraume des Entwickelungslebens ist daher sehr ähnlich dem der inneren Fläche eines faltenreichen Darms. Was für das Darmsystem die aus kegelförmigen Zellen zusammengesetzte Schleimhaut, das ist hier die Rindenschicht des Dotters; was dort die Falten-Membran mit den Kapillargefäfsnetzen, das ist hier der peripherische Theil der *Membrana intermedia* mit den vielfach in strahligen Blättern und Franzen verzweigten Dotter-Gefäfsen; wie aber endlich die Schleimhaut durch die verdauten Nahrungsmittel ernährt wird, ebenso erhält die Rindenschicht der *Area vasculosa* den Unterhalt durch die fettähnlichen Zellen der Dottersubstanz.

Der Dotter ist also in dem jetzigen Zeitraume beinahe auf ein äufseres Nahrungsmittel des Embryo reduzirt, und der peripherische Theil der *Membrana intermedia*, sowie die *Area vasculosa* überhaupt hat sich zu diesem Behufe eingerichtet. Doch ist diese Parallele nicht streng aufzufassen; denn immer noch hat der Dotter seine Selbstständigkeit, welche vorzugsweise durch die Rindenschicht vertreten wird. Er ist also, wenn ich so sagen soll, ein selbstthätiges Nahrungsmaterial für sein noch zu vollendendes Gebilde, und liefert dem Embryo die Nahrung, etwa wie eine säugende Mutter dem unbeholfenen Kinde.

Wir gehen jetzt zu dem Embryo selbst über, und wollen die Veränderungen desselben, dem Plane vorliegenden Werkes gemäfs, nur in allgemeiner Uebersicht und zur Durchführung des Prinzips der Entwickelung näher erläutern.

Das animale System.

Der letzte Zeitraum umfafst die vollständige Individualisation der Systeme überhaupt, und also auch des animalen. Wir haben beim Hühnchen nicht jene auffallenden Verwandlungen, wie beim Frosch, zu erwarten, die mit einer

freien Entwickelung und mit der, bei der Larven-Metamorphose veränderten Lebensweise Hand in Hand gehen; es findet beim Hühnchen vielmehr, bei einer an das Ei gebundenen Entwickelung, ein allmähliges Fortschreiten und Vollenden auf der einmal angelegten Bahn statt.

Zunächst ist zu bemerken, dafs die einzelnen Gebilde des animalen Systems bei der Individualisation sichtbarer von einander geschieden werden. Das Hautsystem formirt eine leicht abstreifbare Hülle des Wirbelsystems und so des ganzen Thieres; das Wirbelsystem wiederum isolirt sich mehr von seinem Central-Organ, und Letzteres, das Central-Nervensystem, erhält von ihm noch eine eigene Hülle, als welche sich wenigstens die *Dura mater* nachweisen läfst.

Das Central-Nervensystem erleidet nun namentlich am Gehirn während der ganzen Entwickelung nach und nach solche Metamorphosen, dafs man das ursprünglich bald nach der Vereinigung der Urhälften gegebene Bild kaum mehr wieder erkennt.

Die Röhre des Rückenmarkes, welche durch die Vereinigung der Urhälften gebildet wurde, verwandelt sich im Laufe der Entwickelung zu einem mehr strangartigen Körper. Die ganze Metamorphose zeigt sich vorzugsweise in Verdickung der Seitenwände der Röhre, in denen wir die ursprünglich gegebenen Urhälften des Central-Nervensystems zu suchen haben. Doch auch die obere und untere Verbindungs-Membran wird beim Hühnchen kräftiger, so dafs also der Kanal des Rückenmarkes von allen Seiten eingeengt und verkleinert wird. Ob diese beiden Membranen mit der Komissur zu vergleichen sind, die sich im Rückenmark des Menschen vorfindet, läfst sich noch nicht entscheiden. Ich vermuthe aber, dafs die bezeichnete Komissur beim Menschen eine neue Bildung sei, wie sich dergleichen zwischen den Urhälften des Gehirns neu erzeugen; dafs hier also die Verbindungs-Membranen verkümmern und dadurch die ursprüngliche Röhre in die *fissurae medianae* verwandelt werde.

Mannigfaltiger sind die Veränderungen an dem Gehirn. Sie werden vorzüglich durch die Entwickelung von Ganglien, durch die Grofshirnzellen und durch das kleine Gehirn veranlafst. Wir theilen im Folgenden eine allgemeine Uebersicht der Metamorphosen mit, wie sich dieselben während der ganzen Entwickelung des Embryo uns gezeigt.

Das Gehirn bildet anfangs, ebenso wie das Rückenmark, eine einfache, durch Vereinigung der Urhälften entstandene Röhre, die sich nur durch ihre Weite auszeichnet. (Tab. III. Fig. 4.) Dann erscheinen zwei Einschnürungen,

wodurch die Röhre in drei Abtheilungen geschieden wird. (Tab. III. Fig. 5.) Wir können diese Abtheilungen am passendsten nach den Hölen benennen, welche wir auch im entwickelten Thiere noch wiederfinden. Demnach haben wir mit der Rückenmarksröhre zusammenhangend die Blase des vierten Ventrikels *), davor die des *Aquaeductus Sylvii* (Vierhügelblase), und ganz vorn die des dritten Ventrikels. Die Hölen aller drei Abtheilungen stehen durch weite Durchgänge, den Einschnürungen entsprechend, mit einander in Verbindung, und die Seitenwände bilden den Kern der Anlage. Nun zeigen sich die Bläschen für die höheren Sinne, so zwar, dafs die des Geruchsinnes an die erste, die des Sehnerven an die zweite, und die des Gehörnerven an die dritte Abtheilung des Gehirns sich halten. Sehr bald entwachsen auch über den Anlagen der Geruchnerven, vorn und etwas seitlich aus der Blase des dritten Ventrikels die beiden Bläschen für die Grofshirnzellen. Die Hölen der Grofshirnzellen finden wir später in den Seitenventrikeln wieder, und die Durchgänge von der Blase des dritten Ventrikels sind demgemäfs die *foramina Monroi*. Bei dem Auftreten der Grofshirnzellen wird gleichzeitig die Blase des dritten Ventrikels, welche bisher mit den übrigen Abtheilungen des Gehirns in einer graden Richtung fortlief, unter einem Winkel zu der des *Aquaeductus Sylvii* gebeugt, was wir früher schon weitläuftiger auseinandergesetzt. Diese Beugung ist auch im entwickelten Gehirn an dieser Stelle namentlich an Durchschnitten im Allgemeinen deutlich wahrzunehmen, wenn sie auch im Laufe der Entwickelung durch herumgelagerte Gehirnmassen mehr oder weniger unkenntlich gemacht wird. Während nun die Bläschen für die höheren Sinne sich mehr isoliren, so sind es die in der Anlage gegebenen drei Haupt-Abtheilungen, die nachträglich entstandenen Grofshirnzellen und das Cerebellum, welche sich zu dem Gehirn des entwickelten Thieres verwandeln. Wir wollen jetzt zuerst die Metamorphosen der äufseren Form betrachten, und dann die innere Ausbildung, soweit es dem allgemeinen Plane vorliegenden Werkes entspricht, nachfolgen lassen.

Zunächst erregt unsere Aufmerksamkeit das Wachsthum der Grofshirnzellen, welche sich von ihrer Ursprungsstelle aus nach allen Richtungen, vorzüglich aber aufwärts und nach hinten allmählig ausdehnen. Viel weniger nimmt an Umfang die Blase des dritten Ventrikels zu, aus der die Grofshirn-

*) Der vierte Ventrikel umfasst jedoch nur den vorderen Theil der Röhre dieser Abtheilung: denn der hintere erhält sich in der *Medulla oblongata*.

zellen hervorwachsen. Sie wird durch die überwiegende Ausdehnung der letzteren zunächst beeinträchtigt, besonders nach unten gedrängt, und erscheint bald nur als eine hintere Verlängerung derselben. H. Rathke nennt sie daher auch in seiner Entwickelungsgeschichte der Natter die hintere Hälfte der vorderen Gehirnzelle (Grofshirnzelle). (Tab. VI. Fig. 8. b.) Auch die Blase des vierten Ventrikels entwickelt sich anfangs nur mäfsig.

Dagegen erweitert sich am Gehirn ebenso vorherrschend wie die Grofshirnzellen die Blase des *Aquaeductus Sylvii* (Vierhügelblase). Ihre Ausdehnung geht etwas nach vorn, besonders aber seitlich und nach oben. Von ihrer Lage begünstigt, da der vorliegende Theil des Gehirns nach unten niedergebeugt ist, bildet sie bald die oberste Partie in dem ganzen Bezirke des Hirns, und bringt eine Hervorragung hervor, welche an der Oberfläche des Schädels als ein abgerundeter Winkel sich darstellt. (Tab. V. Fig. 7. 8.) Dieser Winkel korrespondirt also nicht dem Gesichts-Kopfwinkel an der Schädelbasis, der mit der Beugung der Blase des dritten Ventrikels entsteht und mehr nach vorn liegt; sondern ist nur von der überwiegenden Ausdehnung der Blase des *Aquaeductus Sylvii* nach oben abhängig und verschwindet gänzlich, sobald andere Gehirntheile sich geltend machen. Es kann nicht fehlen, dafs auch die Blase des *Aquaeductus Sylvii*, indem sie sich vorherrschend nach oben und auch etwas nach vorwärts erweitert, neben den Grofshirnzellen auf die Stellung der Blase des dritten Ventrikels ihren Einflufs ausübt. Letztere wird also nicht allein von vorn und oben durch die Grofshirnzellen, sondern auch von oben und hinten durch die Blase des *Aquaeductus Sylvii* gleichsam zusammen- und nach unten gedrängt, daher sie v. Bär Zwischenhirn genannt hat. Die Blase des dritten Ventrikels tritt nun in ihrer Ausdehnung nach unten hervor, und die tiefste Stelle ihrer Höle, der künftige Trichter, erhält sogar eine Richtung nach hinten, so dafs sie etwas unter der Blase des *Aquaeductus Sylvii* zu liegen kommt. Die beiden Hölen der Grofshirnzellen und die Höle der Vierhügelblase steigen demnach von oben, zu einander unter einem spitzen Winkel geneigt, in die zwischen ihnen tiefer gelagerte Höle des dritten Ventrikels herab.

Die Priorität der Entwickelung der Vierhügelblase im Bezirke des Gehirns neben den Grofshirnzellen erhält sich ungefähr bis um die Mitte des Entwickelungslebens des Hühnchens; dann tritt sie in den Hintergrund. Es erhebt sich nun, während die Grofshirnzellen ihren Fortschritt behaupten, neben denselben mächtiger eine neue Bildung der dritten Abtheilung des Gehirns,

der Blase des vierten Ventrikels, nämlich das kleine Gehirn. Dasselbe entwickelt sich in der oberen Verbindungs-Membran beider Urhälften der entsprechenden Blase des vierten Ventrikels dicht vor der Vierhügelblase. Die Richtung seiner sich verdickenden und anwachsenden Bildungsmasse geht gleichfalls nach oben und dann auch nach vorn. Diesem Streben des kleinen Gehirns kommen die Veränderungen der Blase des *Aquaeductus Sylvii* zu Hilfe. Letzteres dehnt sich nur in die Breite aus, indem gleichzeitig die obere Mitte der einfachen Blase in der Längen-Dimension des Embryo sich niedersenkt, und so eine in der Mitte noch kommunizirende Doppelblase bildet.

Gegen diese, inmitten auf der Oberfläche der Vierhügelblase entstandene Furche wendet sich nun bei seinem Wachsthum das kleine Gehirn. Es erweitert sich mit seiner mehr hervortretenden mittleren Spitze (Wurm) auf die Furche hinauf, und allmählig über dieselbe hinweg den Grofshirnzellen entgegen, während die Doppelblase des *Aquaeductus Sylvii* seitlich und nach unten in gleichem Grade ausweicht. Am Ende der Entwickelung des Hühnchens haben sich die Grofshirnzellen vollständig über die Blase des dritten Ventrikels, und das kleine Gehirn besonders mit der hervortretenden mittleren Spitze über die Doppelblase des *Aquaeductus Sylvii* ausgedehnt, berühren sich auf der Grenze der ersten und zweiten Gehirn-Abtheilung, und nehmen die höchste Fläche des Gehirns ein. Man kann nicht sagen, dafs beim Hühnchen die Grofshirnzellen auch über das kleine Gehirn ihr Uebergewicht, wie bei den höher stehenden Wirbelthieren geltend gemacht hätten.

In Betreff der inneren Ausbildung findet man auch beim Gehirn, dafs die individuelle Entwickelung hauptsächlich an die Seitenwände (die eben den Urhälften entsprechen) sich hält, und von hier aus sich weiter verbreitet. Schon die höheren Sinnesnerven zeigen sich als aus den Seitenwänden hervorwuchernde Erweiterungen der drei Gehirn-Abtheilungen. Auch die Grofshirnzellen wachsen vorn und seitlich (über den Anlagen für die Geruchsnerven) aus der Blase des dritten Ventrikels hervor. Späterhin macht das kleine Gehirn eine scheinbare Ausnahme, insofern die von den Seiten ausgehenden Bildungen in der oberen Verbindungs-Membran des vorderen Theiles der Blase des vierten Ventrikels zusammentreffen.

Die vereinigenden Häute der Urhälften des Gehirns erweitern sich zu Anfange ohne Beeinträchtigung mit den Seitenwandungen zugleich, und erhalten so die einzelnen Abtheilungen in Form von zusammenhangenden Blasen. Bei der höheren Ausbildung treten sie jedoch im Allgemeinen mehr in den

Hintergrund, als beim Rückenmark des Hühnchens, und neu entstandene Komissuren finden sich ein.

Auf der Oberfläche des Gehirns verkümmert die Verbindungs-Membran an zwei Stellen vollständig. Zuerst hinter der Anlage des kleinen Gehirns an der hinteren Abtheilung der von uns bezeichneten Blase des vierten Ventrikels, welche hier als *Medulla oblongata* mit dem Rückenmark in Verbindung steht. Hier entsteht der hintere Eingang zu den Hölen des Gehirns und namentlich zu dem vierten Ventrikel. Später bildet sich nun der vordere Eingang zu den Hölen des Gehirns, und insbesondere zur Blase des dritten Ventrikels durch Verkümmerung der oberen Decke desselben. Diese Decke hat in der mittleren Entwickelungszeit des Hühnchens stets einen festeren Zusammenhang mit dem Schädel, so dafs sie bei der Herausnahme des Gehirns gemeinhin an demselben haften bleibt und losgerissen wird. Es sind mir die Gründe dieses Verhaltens nicht bekannt. Doch ist es merkwürdig, dafs, wenn die Grofshirnzellen sich über die Blase des dritten Ventrikels nach hinten ausdehnen, und letztere nach unten zurückweicht, dafs dann ihre obere verkümmernde Decke an dieser Stelle am Schädel sich erhält und, wie man sagt, in den Rudimenten als *Glandula pinealis* wiederzufinden ist. Ob die Zirbeldrüse wirklich durch Verkümmerung der Deck-Membran des dritten Ventrikels entsteht, kann ich nicht entscheiden; doch ist es gewifs, dafs von der oberen Fläche der Blase des *Aquaeductus Sylvii* nach oben gegen die Zirbeldrüse hin noch in einiger Höhe Hirnmasse verfolgt werden kann. Die Deck-Membran der Blase des *Aquaeductus Sylvii* ist später die *Pons Sylvii* und ihr Uebergang zu der des vierten Ventrikels, an welchen sich das kleine Gehirn entwickelt, die *Valvula cerebelli anterior*.

An der Grundfläche des Gehirns ist die Verbindungs-Membran an der *Medulla oblongata* und in dem Trichter in reinerer Form zu erkennen. An der Blase des *Aquaeductus Sylvii* liegen die Seitenwandungen so dicht aneinander, dafs man sich von der wirklichen Anwesenheit der ursprünglichen Verbindungs-Membran nicht gut überzeugen kann. Die sich hier vorfindenden, queren Markfasern (Andeutung der *Pons Varolii*) scheinen ihrer Lage nach als neu hinzugetreten angesehen werden zu müssen.

Die Trennungsspalte, welche sich zwischen den entwickelten Grofshirnzellen (Hemisphären) befindet, ist von ganz anderer Entstehung, als diejenige, von welcher wir bei dem Rückenmark des Menschen und den ersten Gehirn-Abtheilungen gesprochen haben. Sie entsteht nicht etwa durch Verkümmerung

der die Urhälften des Central-Nervensystems verbindenden Membranen, sondern durch das Aneinanderrücken der sich entwickelnden Grofshirnzellen, welche gleich zu Anfange als geschlossene Bläschen von den Seitenwandungen der Blase des dritten Ventrikels hervorwachsen, und, bei ihrer überwiegenden Ausdehnung nach allen Richtungen hin, mit den inneren Flächen (strahlige Scheidewand) sich allmählig nähernd in der Mittellinie zusammenstofsen.

Die Veränderungen an den Seitenwandungen (Urhälften) der ursprünglich gegebenen drei Gehirnblasen lassen sich, zum Unterschiede von dem Rückenmark, zurückführen: auf die Entstehung von Ganglien und Komissuren, und auf die Neu-Bildungen. Diese sind die Hemisphären und das kleine Gehirn, welche nach der Anlegung mehr selbstständig fortwachsen und auch eigne Ganglien und Komissuren entwickeln.

Die Ganglien, welche sich vorzugsweise durch die Anhäufung von grauer Hirnsubstanz auszeichnen, markiren sich anfangs durch eine Verdickung der Seitenwandungen, welche gewöhnlich an der inneren Fläche derselben sich deutlich zu erkennen giebt. So bilden sich in den Wandungen der Blase des dritten Ventrikel die *thalami nervorum opticorum* mit dem *tuber cinereum*, und in der Blase des *Aquaeductus Sylvii* das Ganglien-Paar der Vierhügel. In den Wandungen der Blase des vierten Ventrikels findet man bei den Vögeln mehrere Anhäufungen von grauer Masse, die wahrscheinlich das Analogon zu dem bei den höchsten Wirbelthieren sich ausbildenden *Ganglion dentatum olivae* vorstellen. In den selbstständiger auftretenden Nebengebilden der ursprünglich gegebenen Hirnblasen findet sich bei den Vögeln im Innern des kleinen Gehirns keine besondere Anhäufung von grauer Substanz. *) Um so bedeutender sehen wir sie dagegen in der äufseren Wandung der Grofshirnzellen, Hemisphären, auftreten, wo sie das *Corpus striatum* der Vögel genannt wird.

Den Stamm der Bildungsmasse in den Seitenwandungen der Hirnblasen bilden die unter sich zusammenhangenden Fasern der Marksubstanz, welche nach hinten durch die *Medulla oblongata* mit denen des Rückenmarks in unmittelbarer Verbindung stehen. In der Blase des vierten Ventrikels werden sie zur *Medulla oblongata*, von welcher dann ein Theil der Fasern zur Entwickelung des kleinen Gehirns beiträgt. In der Blase des *Aquaeductus Sylvii* liegen sie in dem Grunde dieser Höle, während ein Theil sich mit der

*) S. Meckel Archiv Bd. II. 53.

grauen Masse in den Vierhügel verwebt. In der Blase des dritten Ventrikels zeigt sich der Hauptstamm der Fasern der Marksubstanz als die *pedunculi cerebri*. Er durchdringt hier die *thalami nervorum opticorum* und das *tuber cinereum*, und tritt dann, etwas nach aufsen sich wendend, fast in die Mitte der äufseren Wand der Hemisphären (Sylvische Grube) hinein, von wo aus die Fasern besonders nach zwei Richtungen, nach hinten und vorn, sich verbreiten. Die innere Wand der Hemisphären heifst in ihrem hinteren und oberen Theil die strahlige Scheidewand, und beginnt dicht vor den Sehhügeln mit einer kleinen Anschwellung.

Da übrigens der *Nervus olfactorius* mit dem *Corpus mammillare* vorn und unten von der respektiven Seitenwandung der Blase des dritten Ventrikels entsteht, und über ihm und etwas seitlich das entsprechende Grofshirnbläschen hervorwächst; so mufs man bei der beschriebenen Ausdehnung der letzteren in der inneren, unteren Partie der Hemisphäre, durch welche das *Corpus mammillare* mit dem Sehhügel zusammenhangt, auch den nur unterdrückten, vorderen Theil der Seitenwandung des dritten Ventrikels suchen. Die Ursprungsstelle des *Nervus olfactorius* kann ungefähr die vordere Grenze angeben, bis wohin an der Basis des Gehirns die ursprüngliche Blase des dritten Ventrikel sich nach vorn erstreckt. Das *Foramen Monroi* aber ist uns die Andeutung der Gegend, an welcher die Hemisphären aus der ersten Gehirn-Abtheilung hervorwuchsen, und so selbstständig und überwiegend sich entwickelten.

Von den Kommissuren finden sich nach Meckel bei den Vögeln die *Commissura anterior* und *posterior* (?); ferner in der *Medulla oblongata* mehrere Querfasern als Andeutungen der *Pons Varolii*; endlich noch das Rudiment eines *Corpus callosum* zwischen den Hemisphären, und in dem dritten Ventrikel die *Commissura mollis*.

Die angeführten Beobachtungen mögen gnügen, um den Entwickelungsgang des Gehirns, wie er sich mir gezeigt, im Allgemeinen darzuthun.

Wir wenden uns jetzt noch einen Augenblick zum Wirbelsystem, in welchem die Scheidung in Hart- und Weichgebilde immer deutlicher hervortritt, das knorplige Skelet bald zu erkennen ist, die Ossifikation ihren Anfang nimmt und dann schnell vorschreitet. In dem Aeufseren des Thieres, das eben durch das Wirbelsystem bestimmt wird, sehen wir den allgemeinen Habitus des Vogels und bald den speziellen des Hühnchens. Am auffallendsten ist hier die Entwickelung der Flügel und die überwiegende Ausbildung der Zwischenkiefer zur Form des Schnabels. In den letzten Zeitraum fällt auch

vorzüglich die Formation des Halses, nachdem der Nackenhöcker gänzlich sich ausgeglichen hat.

Am spätesten zeigt sich die Ausbildung und Abschliefsung des Bauches, welcher noch besonders bei der Enthüllung des Hühnchens betheiligt ist. Bisher wurde die Bauchhöle zum Theil wenigstens durch die *Membrana reuniens inferior* gebildet und abgeschlossen, und erschien besonders vorn durch das Herz hervorgetrieben. Ist der Hals als vollendet anzusehen, so erheben sich hinter demselben die bis dahin zurückgehaltenen Visceralplatten des Bauches mit dem Brustgürtel, in welchem Hart- und Weichgebilde schon deutlich unterschieden werden, und schliefsen allmählig, nach unten sich erweiternd, das Herz ein. Am hinteren Ende der Bauchhöle, in der Gegend des Beckengürtels haben sich schon früh die Visceralplatten vereinigt, die After-Oeffnung ist gebildet, und auch die vorliegenden Partieen des Wirbelsystems sind schon nahe aneinandergerückt. Nur um den durch die *Membrana reuniens inferior* des Bauches formirten Hautnabel bleibt die Vereinigung der Visceralplatten noch zurück, wodurch der von v. Bär sogenannte Leibnabel formirt wird. Letzterer bildet aber keine Oeffnung, sondern ist nur als Andeutung an der *Membrana reuniens inferior* zu erkennen, welche, als Fortsetzung des die Visceralplatten bedeckenden Hautsystems, die Oeffnung für den *Ductus omphalo-entericus* und für den Stiel der Allantoide mit ihren Gefäfsen macht. Gegen Ende des Entwickelungslebens erweitert sich dieser Hautnabel durch das Heraustreten des Darms allmählig, und nimmt letzteren sammt dem Dottersack vor der Enthüllung des Hühnchens wieder auf, indem diese Theile bei der Vergröfserung der Bauchhöle, wie es scheint, gleichsam eingesogen werden. Ist dieses geschehen, so wird das Wirbelsystem auch in dieser Gegend kräftiger entwickelt, und die Schliefsung der Nabel-Oeffnung durch dasselbe veranlafst, während die *Membrana reuniens* als Ueberzug sich nur in der *Cutis* erhält.

Nach Abschliefsung der Nabel-Oeffnung durch das Wirbelsystem verliert das Hautsystem den letzten Haltpunkt seiner Neben-Funktionen für das Entwickelungsleben. Es hat nirgend mehr die Bedeutung einer *Membrana reuniens*: der Hautnabel als Durchgang für die Kommunikation des Dottersackes und der Allantois mit dem Embryo hat aufgehört; auch die das Amnion bildende Erweiterung verkümmert, während der *Liquor amnii* fast gänzlich resorbirt wird. Das Hautsystem bleibt nur die Hülle des Wirbelsystems und so des ganzen Thieres, zu welchem Behufe es individuell ausgebildet wird.

Wir sehen an ihm, schon beim Beginn dieses letzten Zeitraumes der Entwickelung des Hühnchens, kleinen Wärzchen ähnliche Hervorragungen in geregelten Reihen entstehen, als Anlagen der Federbälge und Hautdrüsen. Die Federn wachsen dann schnell hervor, und das Hühnchen erscheint anfangs dem unbewaffneten Auge wie behaart. — Wenn das Hautsystem sich in der genannten Weise auszubilden anfängt, zeigen sich auch zahlreichere und feinere Gefäfs-Verzweigungen in ihr, und eine den äufseren Eindrücken entgegenstehende, gefäfslose Zellenschicht wird bald als Epidermis abgesondert.

Das Blut-System.

Den höheren Grad der Selbstständigkeit des Embryo und seine Ausbildung für ein freies Leben offenbart sich im gegenwärtigen Zeitraume am auffallendsten im Blutsystem.

Wir wissen, dafs die Blutgefäfse von ihrem Central-Organ nach zwei Hauptrichtungen sich verzweigen: im Fruchthofe, wo der Embryo für sich besteht, und im Gefäfshofe, wo zugleich der Dotter seine Werkstätte aufgeschlagen. In der ersten Epoche des Entwickelungslebens überwiegt das Gefäfssystem im Gefäfshofe. Im ersten Zeitraume der zweiten Epoche sehen wir die Verzweigungen im Fruchthofe, namentlich in den Hilfs-Organen des Blutsystems, mannigfaltiger werden; gegenwärtig nun ist das Uebergewicht in dem Fruchthofe nicht mehr zu verkennen. Hiermit im Einklange werden auch die Funktionen des Gefäfshofes beschränkt, namentlich die Hilfsleistungen für das Blutsystem genommen und dem selbstständiger gewordenen Embryo im Fruchthofe übergeben. So gelangt die Blutzellenbildung und die Athmung in den Bereich des Fruchthofes, und werden von der Leber und der Allantois verrichtet. Die Veränderungen, welche der Gefäfshof selbst dabei erleidet, sind bereits früher erwähnt worden. Aufserdem zeigt sich auch etwas später, als die genannten Metamorphosen des Blutsystems, die Umwandlung des Ausscheidungs-Organs der Wolff'schen Körper, welche allmählig verkümmern, und ihre Funktion mit der höheren Ausbildung des Thieres an die Nieren abtreten.

In Betreff des Herzens zunächst bemerken wir an den Ventrikeln die immer deutlicher werdende Kegelform und eine auffallende Verdickung der Wände derselben. In dem venösen Theile des Herzens, an welchen bisher die Herz-Ohren durch ihre Gröfse sich auszeichneten, treten diese mehr zu-

rück, indem sich zugleich zwischen ihnen die venösen Säcke ausbilden, die durch das *Foramen ovale* kommuniziren. *)

Die Verfeinerung der Gefäfsverzweigungen erreicht in dem jetzigen Zeitraume ihren höchsten Grad; es erscheinen Kapillargefäfse. Dafs dieselben auf andere Weise als die bisherigen Blutbahnen sich bilden, davon kann ich mich durch keine Erscheinung überführen. Die gröfseren Gefäfse erhalten allmählig isolirte und kräftige Wandungen, und reihen sich in ihrer Wirksamkeit dem Herzen an, mit welchem sie das Centrum des Blutgefäfssystems im Gegensatz zu den Kapillargefäfsen als dem peripherischen Theile ausmachen.

Es wiederholt sich daher bei der Erweiterung des Blutgefäfssystems wiederum jenes Gesetz, welches sich sogleich bei der Anlage zu erkennen gab. Wir unterscheiden nämlich ein Centrum und die Peripherie. Das Centrum bildet diejenige Blutbahn, deren Wandung für die Unterstützung der Bewegung des Blutes eingerichtet ist; die Peripherie dagegen diejenige, in welcher die Wände zur Wechselwirkung mit den umliegenden Geweben dienen. In frühster Zeit stand das Herz mit seinen vorn und hinten abgehenden Schenkeln als Centrum allen übrigen Gefäfsen entgegen; die Aortenbogen, die Aorta, die *Art.* und *Ven. omphalo-mesaraica* bildeten die Peripherie. Das Herz selbst stellte im Augenblick der Kontraktion Arterie, in dem der Ausdehnung Vene vor. Im Fortgange der Entwickelung werden die bei der Kontraktion und Ausdehnung des Herzens gegebenen Kräfte auf die Arterien und Venen erweitert. In der Elastizität der Arterienwände pflanzt sich die durch die Zusammenziehung der Muskelfasern des Herzens entwickelte Kraft fort; in den Venenstämmen wird durch die Ausbildung der Klappen die *Vis a tergo* unterstützt. Zwischen den Arterien und Venen bleibt diejenige Blutbahn, in der die Wechselwirkung mit den Umgebungen zugestanden wird, und die sich zuletzt im Kapillargefäfsnetze erhält.

Von den Hilfs-Organen des Blutsystems treten im gegenwärtigen Zeitraum die Leber und die Allantois (als Athmungs-Organ) im Fruchthofe in Wirksamkeit, während der *Area vasculosa* nur das Geschäft der Darreichung von Nahrungssubstanz an das Blut übrig bleibt.

Die Leber ist das Hilfs-Organ, welches für die Blutzellen-Bildung bestimmt ist. Dieselbe nahm im vorigen Zeitraume auffallend an Volumen

*) H. Rathke zeigt, dass bei der Natter das Herz auf einer niederen Bildungsstufe stehen bleibt, und der venöse Theil besonders durch die Herz-Ohren formirt wird. a. a. O. S. 99.

zu, und entwickelte zwei Lappen, von denen der rechte den linken an Gröfse übertraf. Von dem linken Leberlappen hatte sich die Gallenblase abgesondert. Die Dottervene ging mitten durch die Verbindungsmasse beider Lappen zum *Ductus venosus Cuvieri.* An der Berührungsstelle mit der Leber gab sie Aeste zu den Lappen derselben. Diese Seitenäste verzweigen sich nun vielfach, und die ganze Leber erscheint bald vom Blute rothbraun gefärbt. An der Stelle, wo die Seiten-Aeste der Dottervene in die Leberlappen eindringen, befindet sich namentlich am rechten eine förmliche Höle (Tab. IV. Fig. 15. l.), welche man bei dem ersten Anblick kaum für den Anfang des Gefäfses halten möchte. Durchschnitte im Verlaufe der Höle sind aber überzeugend genug; auch findet man hier stets Blutmasse angesammelt. Es ist ersichtlich, dafs unter solchen Begünstigungen der gröfste Theil des reichlich mit Nahrungsstoff geschwängerten Blutes der Dottervene zur Leber geführt wird.

Die innere Struktur der Leber anlangend, ist es mir wiederum unmöglich gewesen, Genaueres zu erforschen. An der Oberfläche treten deutlich die auch bei den Fröschen bemerkbaren, geschlängelten Gänge hervor. Auf Durchschnitten sieht man ein Parenchym mit vielen *Lumina*, die dem Ganzen ein schwammiges Ansehen geben. Die mikroskopische Untersuchung findet viele Mutterzellen mit den verschiedenen Entwickelungsstufen junger Generation (Blut-Zellen). Dennoch nimmt die Leber jetzt keineswegs, dieser thätigen Zellen-Entwickelung entsprechend, an Volumen zu; es zeigt sich vielmehr die Absonderung von Galle, die sowohl in der Gallenblase, als in dem Darmkanal, wie dieses schon Herr v. Bär bemerkt, nachgewiesen werden kann. Dieses ist aber die Andeutung, dafs die Thätigkeit der Leber begonnen habe. Was uns nun beim Frosch bestimmte, die Bildung von Blutzellen für die Funktion der Leber und ihrer Anlage festzusetzen, das finden wir im Wesentlichen auch beim Hühnchen wieder. Da der Gang der Bildungsgeschichte bei beiden Thieren, obschon in verschiedener Weise, zu Gunsten unserer Ansicht spricht und uns zu derselben eigentlich geführt hat, so scheint es passend, die einzelnen Data in dieser Beziehung hier kurz zusammenzustellen.

Beim Frosch werden die Blutzellen zuerst in einer zwar abgegrenzten, doch mit keiner deutlichen Struktur versehenen Partie des Dotters der Bauchhöle, in der Anlage der Leber zugleich mit dem Pankreas, gebildet. Die hinteren Schenkel des Herzens verzweigen sich in letzterer. Im Larvenzustande entwickelt sich aus dieser Anlage die noch mit dem Pankreas gemeinschaftlich wirkende Leber. Es tritt nun die Nothwendigkeit ein, den bei der

Blutzellenbildung als unbrauchbar ausgeschiedenen Stoff, die Galle, aus dem Organ zu entfernen; Gallengänge werden sichtbar; festere Struktur wird nun deutlich; und die Galle wird als noch für die Schleimhaut nahrungsfähige Substanz dem Darmkanal überliefert. Bei der Larven-Metamorphose wird das Pankreas von der Leber getrennt und in der Beziehung ausgebildet, welche das blutzellenbildende Organ durch die Galle für die Ernährung der Schleimhaut im Organismus unterhält. Das Pankreas ist nun dem Darmsystem hingegeben, während die Leber als blutzellenbildendes Organ in ihrem Verhalten wesentlich dieselbe verbleibt.

Beim Hühnchen wird der erste Ersatz an Blutzellen durch die Anlage des peripherischen Theiles der *Membrana intermedia* gegeben, welcher gleichfalls mit den hinteren Herzschenkeln in nächster Verbindung steht und einen Theil seiner Zellen als Blutzellen (bei der Bildung der Dottervenen) darreicht. Während der Larvenzeit ist es die Rindenschicht des Dotters, welche in der *Area vasculosa* den Dotter-Arterien die Blutzellen mittheilt. Es zeigt sich zugleich die Ausscheidung eines bei der Blutzellenbildung unbrauchbar gewordenen Stoffes, welcher sich vorläufig im Dottersacke ansammelt. In dem letzten Zeitraume des Entwickelungslebens des Hühnchens, welchen wir mit der Larven-Metamorphose verglichen, verändern sich die Verhältnisse in der *Area vasculosa*. Die Organisation derselben ist nicht mehr für die Blutzellenbildung geeignet, und in der Rindenschicht des Dotters sind die Mutterzellen geschwunden. Dagegen hat sich bereits die Leber ausgebildet; sie empfängt reichlich das wohlgenährte Blut aus den Dotter-Arterien, zeigt ohne entsprechende Vergrößerung in ihrem Parenchym ein höchst thätiges, junge Brut erzeugendes Zellenleben, und in der Gallenblase, wie im Darmkanale, sehen wir den ausgeschiedenen Stoff, die Galle. Das Pankreas aber entwickelt sich sogleich gesondert von der Leber aus der *Membrana intermedia* zu einer Zeit, wo die letztere zwar die allgemeinste Form des Darmkanals gebildet hat, doch noch keine individuelle Ausbildung der Darmhaut wahrnehmen läfst. Daher ist auf diese Weise wohl die Beziehung des Pankreas zum Darmsystem offenbart, aber auch zugleich die Sonderung von jenen Drüsen gegeben, welche sich später bei der individuellen Ausbildung der Darmhaut für die Verdauung entwickeln. Die in dem Dottersack während der Blutzellenbildung in der *Area vasculosa* angesammelte Absonderungsmasse wird von der Rindenschicht des Dotters, welche die Stelle einer Schleimhaut im letzten Zeitraume der Entwickelung übernimmt, als noch brauchbare Nahrungssubstanz aufgesogen.

Wie verschieden nun manche äufsere Verhältnisse bei der Blutzellen-Bildung während der Entwickelung bei beiden Thierklassen sein mögen, so wird man die wesentliche Uebereinstimmung nicht verkennen können, sobald man die abweichende Entwickelungsweise des Frosches und des Hühnchens berücksichtigt. Beim Frosch hat beinahe jedes, für das erste freie Leben (Larvenleben) nothwendige Organ und System eine bestimmte Partie des Dotters zur Anlage, welche sich ohne Blutvermittelung von demselben absondert und auch mehr selbstständig die wesentliche Ausbildung erhält. Diejenige Dotter-Partie, welche als Anlage der Leber und des Pankreas auftritt, gnügt für die erste Unterstützung bei der Blutzellenbildung. Wird neuer Nahrungsstoff nothwendig, so ist das Darmsystem bereits entwickelt und in Thätigkeit, und durch das Pfortadersystem wird den Mutterzellen der Leber und des Pankreas Nahrungsmaterial zugeführt. Beim Hühnchen werden nur die Central-Organe des thierischen Lebens, das Central-Nervensystem und die Schleimhaut, direkt aus dem Dotter angelegt. Alle übrigen Systeme und Organe werden durch die *Membrana intermedia* und mit Hilfe des Blutsystems entwickelt. Der Dotter giebt, während das Hühnchen die ganze Entwickelungszeit im Ei vollendet, Blutzellen, so lange bis die Leber ausgebildet; er giebt auch Nahrungsstoff der Leber, bis die äufseren Nahrungsmittel herbeigeführt werden. Für diese Entwickelungsweise wird die *Membrana intermedia* angelegt als Stellvertreterin des Dotters im Embryo (Centrum), und zur Wechselwirkung mit dem Dotter (Peripherie). Den ersten Ersatz an Blutzellen liefert die mittlere Membran, als Stellvertreterin des Dotters, bei der Bildung der Dottervenen. Dann tritt die Rindenschicht des Dotters in der *Area vasculosa* unterstützend hinzu durch Darreichung von Blutzellen an die Dotter-Arterien.

Es ist daher in Rücksicht auf die Blutzellen-Bildung während des Entwickelungslebens die Leber- und Pankreas-Anlage des Frosch-Embryo mit jener Wirksamkeit des peripherischen Theiles der *Membrana intermedia* zu vergleichen, wenn dieselbe bei der Bildung der Dottervenen den ersten Ersatz an Blutzellen verabreicht. Die während der Larvenzeit aber gemeinschaftlich wirkende Leber mit dem Pankreas des Frosches hat ihr Analogon während des Larvenlebens des Hühnchens in der Rindenschicht des Dotters der *Area vasculosa*, welche die Blutzellen an die Dotter-Arterien abliefert. Bei der Froschlarve wird von der gemeinschaftlich wirkenden Leber mit dem Pankreas während der Blutzellenbildung die Galle abgesondert und neben dem Chymus als nahrungsfähige Substanz der Schleimhaut übergeben; beim Hühnchen

zeigt sich in dieser Zeit das Fluidum im Dottersacke, und dient der Rindenschicht des Dotters, wenn sie allein in der Bedeutung einer Schleimhaut für den Embryo dasteht, zum Nahrungsmaterial neben den Zellen der Dottersubstanz.

Inzwischen hat sich die Leber beim Hühnchen, wo die Entwickelung sogleich beim Beginn auf ein freies Leben im vollkommen ausgebildeten Zustande des Thieres berechnet ist, gesondert von dem Pankreas entwickelt und ist in ihre Funktion eingetreten, während beim Frosch nun auch die Leber und das Pankreas sich trennen. Die Verhältnisse in Bezug auf die Galle und die Schleimhaut sind beim Frosch nach der Larven-Metamorphose dieselben geblieben, und beim Hühnchen jetzt in gleicher Art vorhanden. Bei letzterem ist die Galle sogar das einzige Nahrungsmaterial der Schleimhaut, welche ohne Blutgefäfse besteht und auch keine ernährende *Matrix* hat. Sie dient daher gewissermafsen zur Einleitung in die Funktion, welche das assimilirende Central-Organ, die Schleimhaut, beim Eintritt des Hühnchens in das freie Leben in ausgedehntem Grade übernimmt.

Wichtig für unsere Ansicht von der Blutzellenbildung in der Leber ist die Entwickelungsgeschichte des Hühnchens insofern, als uns in der Einrichtung der *Area vasculosa* das Bild vorgeführt wird, nach welchem wir uns die feinere Struktur der Leber einigermafsen versinnlichen können. Wir haben bei dem Verfolg der Entwickelung sowohl des Frosches als des Hühnchens gesehen, dafs Alles zu Gunsten der Blutzellenbildung in der Leber spricht; wir mufsten uns ferner überzeugen, dafs die thätige Entwickelung junger Zellen in den Mutterzellen des Parenchyms der Leber bei einer nicht entsprechenden Vergröfserung des Volumens derselben nur mit der Blutzellenbildung in Einklang zu bringen sei. Nur das Blut kann die jungen Zellen abführen, da sonst in den Verhältnissen der Leber nichts gegeben ist, wodurch dieselben entfernt werden könnten. Wir vermochten aber nicht weiter in den Bau der Leber einzudringen. Die Einrichtung der *Area vasculosa* giebt uns hier eine sehr erwünschte Aufklärung, da sie uns neben anderen Funktionen in der Blutzellenbildung eine Leber gewissermafsen in der Fläche ausgebreitet und ohne Gallengänge vor Augen führt. Die Mutterzellen der Rindenschicht des Dotters stellen die Mutterzellen des Parenchyms der Leber vor und in den Dotter-Arterien haben wir die Blutbahn, welche mit den Mutterzellen in Wechselwirkung tritt. Dieselbe mufs also solcher Art in der Leber stattfinden, dafs sie, wie bei den Dotter-Arterien, zum Theil wenigstens unmittelbar von

den Mutterzellen gebildet wird. Wenn nun nach dem allgemeinen Gesetz die Mutterzelle zu Grunde geht, so kann wenigstens ein Theil der jungen Generation von dem Blutstrom fortgeführt werden. Die Gallengänge, welche die, bei der Blutzellenbildung als unbrauchbar ausgeschiedene Galle wegleiten, fehlen im Gefäfshofe; die ausgeschiedene Masse gelangt hier unmittelbar zur Höle des Dottersackes. Dieses ist zugleich ein Umstand, der die Einrichtung der *Area vasculosa* vereinfacht, die Struktur der Leber dagegen sehr komplizirt macht. Jedenfalls müssen die Anfänge der Gallengänge in die Nähe der Mutterzellen und derjenigen Blutbahn gelagert sein, wo die Funktion der Leber vor sich geht.

Das Pankreas schreitet eben so schnell, wie die Leber, in seiner Entwickelung vorwärts, während auch gleichzeitig die Darmschlinge, in welcher sie hervorwuchs, bedeutend sich vergröfsert. Es sind bald zwei neugebildete Ausführungsgänge zu bemerken. Doch die Einmündungsstelle derselben in den Darmkanal liegt (in Bezug auf den Verlauf des Darmkanals) mehr nach hinten, als die frühere Ursprungsstelle an der Darmhaut. Die innige Annäherung des Pankreas an den Darmkanal unterstützt die Neubildung und Einmündung der Ausführungsgänge.

Anmerkung. Ich nehme hier Gelegenheit, einige Worte über die sogenannten Ausstülpungs- und Einstülpungs- oder Einfurchungs-Bildungen hinzuzufügen. Die Entwickelung der Gebilde von der *Membrana intermedia* oder von bestehenden Systemen geschieht, wie wir gesehen, dadurch, dafs die Zellen durch Bildung junger Generation an betreffender Stelle sich vermehren, das *Blastem* auf diese Weise an Volumen zunimmt, zur Anlage wird, und dafs dann allmählig die Individualisation des Parenchyms eintritt. Die Anlagen sind also anfangs solide Massen, auch die der Leber, der Lungen, des Pankreas, selbst der Gallenblase, der Allantois etc.; nachträglich erst bilden sich Kanäle und Hölen darin. Auch sind es nicht allein, wie Valentin beobachtet, die Neben-Aeste der Parotis, welche isolirt vom Hauptstamm entstehen und sich nachträglich mit demselben vereinigen, sondern die Hauptstämme selbst und alle Ausführungsgänge drüsiger Organe sind anfangs solide Massen, werden später zu Röhren, und erhalten nachträglich die Kommunikation mit dem Theile des Organismus, wohin ihr Sekret gelangen soll. Unter solchen Verhältnissen ist die Vorstellung von einer Ausstülpungsbildung nicht zu rechtfertigen; nur bei der Entstehung der höheren Sinne, der Grofshirnzellen, und der Blinddärme wäre sie zu gestatten. Hier kommuniziren wirklich gleich anfangs die Hölen der höheren Sinnesnerven und der Grofshirnzellen mit der Röhre des Gehirns, und die Blinddärme sind förmliche Erweiterungen des ganzen Darmschlauchs. — Desgleichen kann ich mich auch nicht mit der Vorstellung Valentin's von den Einfurchungs- und Einstülpungsbildungen einverstanden erklären. Wo Oeffnungen, Spalten, Gruben sich vorfinden, gleichviel, ob ein oder mehre Systeme beeinträchtigt sind, da entwickelt das betreffende *Blastem* solchen Bildungen entsprechende

Formen, und dazwischen verkümmert die Bildungsmasse entweder gänzlich, oder bleibt doch als *Fundus* einer Grube zurück. So lange die Bildungsgeschichte von einer Keimhaut und einer Theilung derselben in zwei für das animale und vegetative System bestimmte Blätter ausging, war die Vorstellung von gewissen Formationsreihen der Aus- und Einstülpungsbildungen in der wissenschaftlichen Tendenz gegeben; nach der Feststellung vorliegender Entwickelungsweise der Thiere ist sie meines Erachtens nicht mehr festzuhalten.

Die zweite wichtige Veränderung des Blutsystems in der Larven-Metamorphose des Hühnchens betrifft das Athmungsgeschäft.

Durch die Veränderungen, welche in der *Area vasculosa* vor sich gehen, indem die Dottervenen sich von der Oberfläche nach der Höle des Dottersackes zurückziehen, sind die Bedingungen für einen innigeren Kontakt der Dottervenen mit der atmosphärischen Luft wieder aufgehoben. Ja selbst das Medium, durch welches die Wechselwirkung der Luft mit den Gefäfsen vermittelt wurde, das Eiweifs hat sich bedeutend verringert, und berührt nur an einer kleinen Stelle den Gefäfshof. Beides trifft zusammen, um die Athmung in der *Area vasculosa* unmöglich zu machen. Inzwischen hat sich die Allantois aufserordentlich schnell entwickelt. Sie zeigt einen grofsen Reichthum von Gefäfsen, und von den beiden Nabel-Arterien ist es besonders die linke, welche in der Stärke überwiegt, während die rechte mehr zurücktritt, und bald kaum zu bemerken ist. In gleichem Grade schreitet ihre Ausdehnung vorwärts. Sie breitet sich immer weiter unter der Umhüllungshaut (seröse Hülle v. Bär) über dem Amnion und dem Dottersack aus, wodurch zugleich die *Area vasculosa* allmählig aus einer näheren Verbindung mit der Atmosphäre gesetzt wird. Der Embryo und der Dottersack (Nabelblase) wird auf diese Weise gänzlich von der Allantoide umhüllt, welche nun unter dem Namen *Chorion* (v. Bär) die doppelwandige Hülle derselben bildet. Die äufsere Platte liegt namentlich an einzelnen Stellen, da das Eiweifs allmählig verschwindet, sehr innig an der Schaalenhaut, und ist besonders hier und auch im Allgemeinen durch den Reichthum an Gefäfsen vor der inneren ausgezeichnet. Beide Platten scheinen in einzelnen Gegenden mit einander zu verwachsen.

Das beschriebene Verhalten der Allantoide ist durch seine Lage und durch seinen Reichthum an Gefäfsen ganz dazu geeignet, die für das Leben des Embryo nothwendige Athmung zu unterhalten, nachdem die Dottervenen diese Eigenschaft in der *Area vasculosa* aufgegeben haben. Die Wechselwirkung mit der Atmosphäre geschieht direkt durch die Schaalenhaut und Kalk-

schaale hindurch. Es ist daher eine Luft-Athmung, die sich für den höheren Standpunkt des Embryo ausgebildet hat.

Die Allantois ist ursprünglich das Receptaculum derjenigen Substanz, welche von den Wolff'schen Körpern ausgeschieden wird. Auch diese Absonderungs-Organe des Blutsystems werden bei der Larven-Metamorphose des Hühnchens, wie beim Frosch, allmählig von ihrer Funktion suspendirt. Anfangs von der Gegend des Herzens bis an das Ende der Bauchhöle sich erstreckend, ziehen sie sich zunächst mehr zusammen, an Dicke in gleichem Grade zunehmend, dann werden sie dünner und verkümmern allmählig. Ungefähr um den 14ten bis 16ten Tag der Entwickelung des Hühnchens kann man annehmen, dafs sie ihre Funktion gänzlich eingestellt haben. Bei der Enthüllung sind sie nur noch als Rudimente vorhanden.

Desto kräftiger entwickeln sich über ihnen die Nieren dicht unter den Rippen zu beiden Seiten der Wirbelsäule und der Aorta. Ihr Volumen nimmt zu; man unterscheidet einzelne Läppchen, und Blutgefäfse sind reichlich in ihnen vertheilt. Das Beginnen ihrer Funktion scheint sich dadurch anzukündigen, dafs in dem Harnsacke weifsliche Niederschläge sich vorfinden. Zu gleicher Zeit vermindert sich das Fluidum in der Allantoide, welches bei der Thätigkeit der Wolff'schen Körper sich darin angesammelt hatte, indem dasselbe als jetzt noch brauchbare Nahrungssubstanz aufgesogen wird.

Auch die Lungen schreiten jetzt rascher in ihrer Entwickelung vorwärts. Ihre Luftsäcke markiren sich bald als Bläschen; das für den Luftsack des Bauches tritt aus der hinteren Spitze der Lunge hervor, jene für die Luftsäcke des Herzens in der Nähe des letzteren Organs.

Das Darm-System.

Das Darm-System ist uns aus dem vorigen Zeitraume des Entwickelungslebens fast nur in einer vollendeteren Anlage übergeben. Die Anlegung der Schleimhaut aus dem Dotter war eben beendet, und die *Membrana intermedia* hatte ihre letzte Funktion, die Bildung der Darmhaut, in der Art vollführt, dafs sie eben nur eine einfache Hülle des Central-Organs mit den ersten Andeutungen einer individuellen Darmform, wie sie bei niederen Wirbelthieren durch die Gleichmäfsigkeit sich auszeichnet, darstellt. Die vollkommene Individualisation beider Theile des Darmsystems fällt in die gegenwärtige Zeit. Man kann sagen, dafs, wenn in der ersten Epoche des Entwickelungslebens das animale System, in dem vergangenen Zeitraume dagegen das Blutsystem

während der Entwickelung des Embryo besonders hervortritt, dafs dann gegenwärtig Dasselbe beim Darmsystem beobachtet wird. Dieselbe Reihenfolge finden wir, obschon unter anderen Verhältnissen, bei der Entwickelung des Dotters der Frosch-Eier zur Larve; sie scheint auf der verschiedenen Bildungsstufe, welche die einzelnen Hauptsysteme des Organismus einnehmen, zu beruhen. Das animale System, welches am höchsten steht, wird auch zuerst angelegt und bedarf der längsten Entwickelung; das zwischen ihm und dem Darmsystem gestellte Blutsystem nimmt auch die mittlere Stufe während der Entwickelung ein, dagegen das Darmsystem den niedrigsten Standpunkt einnimmt, am spätesten angelegt wird und die kürzeste Zeit sich entwickelt. Wir erinnern hier zugleich daran, dafs auch die Zelle des Central-Organs des letzteren Systems, die Schleimhautzelle, ihrer Beschaffenheit nach noch am meisten das Urbild der Zelle bewahrt.

Das Darmhautsystem nun anlangend, werden wir uns zunächst zur Bauch-Abtheilung, in welcher die Individualität des Darmsystems sich rein ausprägt. In der äufseren Gestalt sehen wir nun allmählig den Vormagen, den Muskelmagen, hinter ihm den Zwölffingerdarm in Form einer Schlinge, welche das Pankreas umfafst, deutlich sich entwickeln und absondern. Die übrigen dünnen Därme sind bedeutend verlängert, und nehmen in einer Schlinge den Dottergang auf. Auch die beiden Blinddärme haben auffallend an Länge zugenommen, während das *Intestinum crassum* sich in die Weite ausdehnt. Bald ist an letzterem die Kloake deutlich geschieden; in sie geht die *Bursa Fabricii* über. Ferner münden die Ausführungsgänge der Wolff'schen Körper, der Nieren, der Geschlechtswerkzeuge, und der *Urachus* hinein.

Während die Darmhaut in genannter Weise die Gestalt des Darmkanals formirt, und als allgemeine Hülle des Darmsystems sich produzirt, entwickelt sie gleichzeitig die assistirenden Gebilde für das assimilirende Central-Organ: zur Ausbreitung des letzteren und zur Annäherung der Blutgefäfse, ferner behufs der Absonderung eines Secrets, durch welches die Verdauung der Nahrungsmittel bewirkt wird, endlich zur Fortbewegung der Nahrungsstoffe an der Schleimhaut. Bei der Froschlarve sind diese Erfordernisse, den kleinen Verdauungs-Apparat abgerechnet, in der einfachen, aus Cirkelfasern gebildeten Muskelhülle erfüllt. Während der Larven-Metamorphose theilt sie sich in zwei Schichten ab, von welchen die äufsere als Muskel sich erhält und die Darmform bestimmt, die innere dagegen zur Falten-Membran sich entwickelt.

und das Substrat der Schleimhaut und den Träger des Nahrung aufnehmenden Blutgefäfsnetzes vorstellt.

Beim Hühnchen wird die, aus der Röhre der Darmhaut und der Schleimhaut gebildete Anlage des Darmsystems sogleich für die höchste Bildungsstufe des Thieres entwickelt, da das Larvenleben nicht im Freien, sondern im Ei vollendet wird. Die Darmhaut sondert sich demgemäfs in drei Schichten, von denen die mittelste jedoch kein zusammenhangendes Ganzes ausmacht. Die äufserste Schicht, welche zugleich die Darmform erhält, haben wir in der Muskelhaut. Mit dieser innig verbunden entwickelt sich die mittlere Schicht zu den Drüsen, deren Sekrete die Verdauung bewirken. Die innerste Schicht endlich wird zur Falten oder Zotten-Membran, welcher wir einige besondere Aufmerksamkeit widmen müssen.

Die Entwickelung dieser Zotten-Membran ist von den Embryologen im Allgemeinen verkannt. v. Bär und Rathke haben dieselbe insofern ganz übersehen, als sie die an der inneren Fläche des Darmkanals entstehenden Längsfalten und Erhöhungen auf die, von den genannten Naturforschern und von mir gleichfalls anerkannte Schleimhaut bezogen, welche zu dieser Zeit die sehr deutliche innerste Membran des Darms bildet. Sie erklärten daher, dafs die späteren Zotten und Falten aus dieser Schleimhaut hervorgegangen seien. Valentin *) dagegen beobachtete wirklich die verschiedene Entstehung der Zottenhaut von der sie überziehenden Schleimhaut, nennt aber letztere die epidermisartige Hülle, und hält jene in Falten und Zotten sich erhebende Bildungsmasse für die ursprünglich in der Entwickelung gegebene Schleimhaut. Die epidermisartige Hülle (unsere Schleimhaut) soll nach diesem Naturforscher einer Urhäutung unterliegen, wodurch natürlich die Wichtigkeit, mit welcher wir dieselbe bis jetzt behandelt haben, sich bedeutend verlieren würde. Nach unseren Beobachtungen ist jedoch die sogenannte epidermisartige Hülle das wahre, assimilirende Central-Organ, die Schleimhaut, welche durch die ganze Entwickelung und das Leben hindurch besteht, und nur krankhaft und besonders nach dem Tode sehr leicht zerfällt und sich abhäutet. Jene darunter oder richtiger aufserhalb gelagerte Falten-Membran ist nur das Substrat der Schleimhaut und der Träger für das Nahrung aufnehmende Blutgefäfsnetz; sie hat ihren Entwickelungsboden mit allen assistirenden Gebilden des assimilirenden Central-Organs in der Darmhaut.

*) Handbuch der Entwickelungsgeschichte. S. 461 etc.

Wenn die Entwickelung dieser Falten- oder Zottenhaut ihren Anfang nimmt, so sieht man an der inneren Fläche des Darms erhabene Längsstreifen ziemlich kräftig hervortreten. Man entfernt nun vorsichtig mit einer Nadel die Schleimhaut, und findet darunter an der vorhin glatten Darmhaut ganz entsprechend gleichfalls der Länge nach verlaufende Erhabenheiten. Diese markiren sich aber viel weniger deutlich, theils, weil die Darmhaut nicht so weifs von Farbe ist, wie die Schleimhaut, theils, weil diese Erhabenheiten wirklich bedeutend an Gröfse nachstehen. Die erhabenen Längsstreifen der Schleimhaut sind zwar im Allgemeinen reicher an Zellenmasse als die tieferen Stellen, doch werden sie noch vorzüglich dadurch hervorgerufen, dafs die Schleimhaut gleichzeitig in Längsfalten sich erhebt, welche die erhabenen Längsstreifen der Darmhaut überziehen. Letztere werden dagegen von soliden Zellen-Wucherungen an der Darmhaut gebildet, die um die jetzige Zeit noch so fest aufsitzen, dafs man sie ohne Zerstörung der ganzen Darmhaut nicht im Zusammenhange lostrennen kann. Unter solchen Umständen ist es wohl nicht gut möglich, dafs man, wie Valentin es thut, diese noch nicht einmal als zusammenhangende Membran sich darstellenden, erhabenen Längsstreifen für eine besondere Schicht der Schleimhaut (Valentin's epidermisartige Hülle) ansehen könne.

Untersucht man nun den Darm aus einer etwas späteren Zeit des Entwickelungslebens, so findet man die erhabenen Längsstreifen in einer sehr zierlichen, regelmäfsigen Zickzackform verlaufend. Wird die Schleimhaut wiederum entfernt, so erblickt man dieselben zickzackförmig verlaufenden Längsstreifen an der inneren Fläche der Darmhaut, nur von zarterer Konstitution. Die Abtrennung mufs jetzt schon mit gröfserer Vorsicht geschehen, da sonst sehr leicht mit den Schleimhautfalten die in letztere hineindringenden Erhabenheiten der Darmhaut mitgerissen werden. Auch gegenwärtig gelingt es kaum, die in Zickzackform verlaufenden, erhabenen Längsstreifen der Darmhaut als eine zusammenhangende Membran (Faltenhaut) abzusondern.

Die Entwickelung der Falten- oder Zottenhaut schreitet nun schnell vorwärts. Auf einer höheren Bildungsstufe erkennt man zwar noch ziemlich deutlich die Zickzackform der Erhabenheiten an der Darmhaut; man bemerkt jedoch gleichzeitig, dafs sich das Wachsthum vorzugsweise an den spitzen Winkeln des Zickzacks konzentrirt, und die dazwischen liegenden Partieen in gleichem Grade sich mehr der Beobachtung entziehen. Es erheben sich nun bald an den bezeichneten Winkeln kleine Kegel, die anfangs noch, dem Zick-

MARINE BIO LABORATORY WOODS HOLE MASS.

zack entsprechend, in Doppelreihen geordnet erscheinen. Die dazwischen gelagerten Partieen sind wiederum mehr in den Hintergrund getreten, so dafs nun ohne stärkere Vergröfserung die Zickzackform nicht wahrgenommen wird. Bei der jetzigen Betrachtung der Darmhaut zeigen sich also Reihen von kleinen Kegeln, von welchen immer je zwei näher zu einander stehen, und den früher einfach und grade, später in Zickzackform verlaufenden Erhabenheiten entsprechen. Späterhin verschwindet auch diese Regelmäfsigkeit, und die innere Fläche des Darms erscheint nun gleichförmig mit kleinen Kegeln besetzt, welche im Grunde noch durch kleinere Falten verbunden werden. Die Kegelchen entwickeln sich später zu den plattgedrückten, breiten Zotten des Darms, zwischen denen an der Basis Verbindungsstreifen sich hinziehen. Alle Erhabenheiten hangen unter sich im Grunde zusammen, und bilden die Falten- oder Zotten-Membran. Die Abtrennung derselben im Zusammenhange gelingt auch im entwickelten Hühnchen nicht; sie hafiet zu innig an der Drüsen- und Muskelschicht des Darms, mit welcher die Faltenhaut aus einer Urmembran, der Darmhaut, sich entwickelt. In der Art, wie je zwei Zotten im ausgebildeten Hühnchen eine geneigte Richtung gegen einander haben und so gedoppelt reihenweise verlaufen, mag wohl die ursprüngliche Beziehung zu der gemeinschaftlichen Anlage in den zickzackförmigen Erhabenheiten ausgedrückt sein. *)

Wann die Kegel der Faltenhaut sich gebildet haben, kann die schon dünner gewordene Schleimhaut wegen der vielen Hindernisse nicht gut im Zusammenhange abgelöset werden. Doch läfst sie sich leicht durch Hin- und Herbewegungen im Wasser abspülen.

Die Kopf-Abtheilung des Darmhautsystems entwickelt sich entfernt von ihrem Central-Organ unter dem Einflufs des animalen Systems, und theilt den ihr zugestandenen Bezirk in der Visceralröhre mit dem Athmungs-Apparate. Ihr Kanal wird durch die Höle der abgeschnürten Kopf-Abtheilung der *Membrana intermedia* gegeben, die sich also in der Mund- und Schlundhöle, sowie

*) Die einzelnen Metamorphosen der Zotten- oder Faltenhaut während der Entwickelung des Hühnchens lassen sich als bleibende Zustände unter den Wirbelthieren nachweisen. A. Meckel zeichnet und beschreibt (Archiv Bd. V.) die Uebergangsformen, welche wir schon unter den Vögeln vorfinden können. Bei dem Staar (*sturnus vulgaris*) zeigen sich regelmässige, im Zickzack verlaufende Erhabenheiten; bei der Meerlerche (*Charadrius hiaticula*), bei der Spechtmeise (*Sitta europaea*) treten aus den Winkeln des Zickzack hie und da zottenförmige Fortsätze hervor; bei *Tringa Temminckii* sind letztere schon stärker entwickelt, und bei *Numenius subarquata* so ausgebildet, dass die Zickzackstreifen kaum noch wiederzuerkennen sind.

in der Röhre des *Oesophagus* erhält. Schon frühzeitig sonderte sich von der *Membrana intermedia* eine aus polyedrischen Zellen zusammengesetzte Membran ab, welche demgemäfs die innere Fläche der Visceralbogen und weiter nach hinten die der *Membrana intermedia* selbst bekleidet, die hier noch in der Entwickelung der übrigen Gebilde der Halsgegend begriffen ist. Wenn die Individualisation des Darmsystems beginnt, so legt sich diese Membran inniger an die Umgebungen an, und in der Speiseröhre entwickeln sich ebenfalls Längsfalten wie in der Bauch-Abtheilung. Diese Längsfalten liegen aber frei und nicht von der Schleimhaut überzogen, die hier fehlt. Sie sind von derberer Konsistenz und treten auch stärker hervor als im Bauchdarm, fast ebenso, als wären sie von der Schleimhaut überzogen, obschon der ganze Habitus und besonders die Färbung die Abwesenheit derselben deutlich verräth. Später, wenn die Gefäfsverzweigungen zahlreich werden, schützt sie sich durch eine gefäfslose Zellenschicht, durch ein Epithelium. Dann haben wir an den Längsfalten gleichfalls zwei Schichten, welche indessen nach der Entstehung, sowie auch nach dem jetzigen Verhalten von denen des Bauchdarms zu unterscheiden sind. An den Verwandlungen in die Zickzackform, in die Kegel und Zotten nimmt diese Membran keinen Antheil.

Am Halse und auf dem Uebergange zur Mundhöle sondert sich von der *Membrana intermedia* auch noch eine Drüsen- und Muskelschicht ab. Dieses geschieht aber erst dann, wenn die Gebilde für das animale und Blutsystem (*Arteria aspera*) schon wesentlich ausgebildet sind. Für beide Schichten zeigt sich eine gemeinschaftliche Anlage. Diese entwickelt nun die Muskelhaut des *Oesophagus* und Schlundes, welche auf dem Uebergange zum Vormagen als Kropf sich erweitert. Hier an der letzteren Stelle zeigt sich auch die Drüsenschicht im innigen Zusammenhange mit der Muskulatur. In der Mundhöle fehlt die Muskelhaut, und es ist mir beim Hühnchen selbst zweifelhaft geworden, ob die Speicheldrüsen von der zum Darmhautsystem gehörenden Auskleidungs-Membran, oder aus der Substanz der Visceralbogen sich bilden. Die Bildungsmasse der noch nicht gänzlich verwandelten *Membrana intermedia* erstreckt sich oberhalb an der Wirbelsäule bis in die Gegend des zweiten Schädelwirbels nach vorwärts, unten und seitlich aber ungefähr bis zu den Visceralbogen, welche sich bereits frei gemacht haben. In dem Bezirke der Kopf-Visceralhöle haben wir daher meist nur die frühzeitig angelegte innerste Schicht der Darmhaut, welche der Faltenhaut in der Bauch-Abtheilung entspricht.

Die Ausbreitung der einzelnen Schichten des Darmhautsystems ist demgemäfs im Allgemeinen folgende. Die innerste Faltenhaut geht durch den ganzen Speisekanal, die äufsere Muskelhaut reicht nach vorn bis an die Visceralbogen und bis zur Mitte der Schädelbasis, die Drüsenschicht endlich, deren Sekrete die Verdauung bewirken, wenigstens sicher bis in den Kropf hinein. Je mehr sich die Kopf-Abtheilung des Darmhautsystems von seinem Central-Organ entfernt, um so mehr tritt ihre Ausbildung zurück und unter den Einflufs des animalen Systems.

Das assimilirende Central-Organ, die Schleimhaut, hat seinen Sitz nur in der Bauch-Abtheilung des Darmhautsystems. Die Anlage ist im vorigen Zeitraume des Entwickelungslebens vollendet: die Individualisation findet gegenwärtig zugleich mit der Darmhaut statt. Wenn letztere die Faltenhaut entwickelt, welche zuerst in graden Längs-Erhabenheiten hervortritt, dann in die Zickzackform übergeht, endlich die Kegel und Zotten ausbildet: so sehen wir dieselben Veränderungen auch an der Schleimhaut, als würde sie durch die an der inneren Fläche der Darmhaut sich erhebenden Wucherungen hervorgetrieben. Man darf sich jedoch diesen Bildungsprozefs nicht ganz passiv von Seiten der Schleimhaut vorstellen. Wir haben es hier mit einem Central-Organ zu thun, und man darf nach meinem Dafürhalten das Gesetz berücksichtigen, nach welchem die Hüllen sich nach ihrem Central-Organ richten; und die Faltenhaut ist als Substrat der Schleimhaut zugleich als dessen Hülle in der Bauch-Abtheilung des Darmsystems zu betrachten. Dafür spricht dann auch, dafs die ersten graden Längs-Erhabenheiten der Faltenhaut aufserordentlich zart sind, während die Längsfalten der Schleimhaut sehr kräftig und nicht im entsprechenden Verhältnisse hervortreten. Die Selbstständigkeit der Entwickelung des assimilirenden Central-Organes offenbart sich überdiefs darin, dafs sie in der Richtung der Längsfalten auch dicker geworden ist und zahlreichere Zellen angehäuft hat.

Gleichzeitig mit den Veränderungen in der Ausbreitung der Schleimhaut beginnt auch allmählig die Entwickelung der runden Zellen ihrer Anlage in die kegelförmigen, ganz wie beim Frosch: mit Ausnahme, dafs die Schleimhautzellen beim Hühnchen kleiner sind. Bevor diese individuelle Ausbildung ihren Anfang nimmt, vermehren sich die Zellen der Anlage durch Entwickelung junger Zellen, die nun in mehren Schichten übereinander liegen. Wenn jetzt die Schleimhaut in ihrer Ausbreitung sich erweitert, so werden die Zellen zu einer einfachen Schicht vertheilt, die sich zu den kegelförmigen Schleimhaut-

zellen metamorphosiren. Aus diesem Grunde ist die Schleimhaut anfangs dicker und wird allmählig dünner.

Die kegelförmigen Schleimhautzellen stehen mit ihrem Längen-Durchmesser dicht, doch ohne innige Verbindung der Zellen-Membranen, nebeneinander, und formiren so die Membran des assimilirenden Central-Organes. Diese lockere Konstitution der Schleimhaut macht, dafs man sie schwer im Zusammenhange abpräpariren kann, dafs sie von selbst nur zu leicht in einzelne Stücke zerfällt. Ohne Gefäfse, ohne Nerven, ohne *Matrix* ist das assimilirende Central-Organ dasjenige Gebilde des Körpers, welches nach dem Tode wohl am frühsten aus dem Zusammenhange mit dem Organismus tritt, und nun in ihren Trümmern in dem Darmschleim und unter den Exkrementen vorgefunden wird. Bei dieser Eigenthümlichkeit hat sie sich lange einer gehörigen Würdigung entzogen, obschon sie an sich gar nicht so unscheinbar ist, und an Dicke eine einfache Zellenschicht der Epithelien und der Epidermis weit übertrifft.

Wenn die Zellen der Anlage des assimilirenden Central-Organs ihren Nahrungs-Inhalt behufs der Entwickelung junger Generation verbraucht haben, so empfangen die letzteren neue Zufuhr von Nahrungssubstanz durch die Galle. Diese Annahme wird durch folgende Gründe höchst wahrscheinlich gemacht. Die Galle gelangt während des letzten Zeitraums der Entwickelung fortwährend in den Darmkanal, ohne sich entsprechend anzusammeln. Sie verschwindet also theilweise im Darmkanal, und dieses kann nur durch Assimilation von Seiten der Schleimhaut geschehen; nur das Unbrauchbare bleibt als Mekonium zurück. Aufserdem haben wir sonst keine Quelle, wodurch die Ernährung der Schleimhaut unterhalten werden könnte. Gefäfse hat das assimilirende Central-Organ nicht, und die Faltenhaut ist nicht die *Matrix*, sondern nur das Substrat desselben. Durch den Dottersack (Nabelblase) kann keine Nahrungssubstanz mitgetheilt werden, da die Kommunikation mit der Darmhöle zu unbedeutend ist. Ueberdiefs würde diese Annahme bei den Säugethieren nicht durchzuführen sein, da hier der Dotter frühzeitig verbraucht wird, die Nabelblase verkümmert, und die Ernährung des Embryo die längste Zeit des Entwickelungslebens durch die *Placenta* vermittelt wird.

Diese Erscheinung ist insofern von Wichtigkeit, als wir durch sie von der Bedeutung, welche die Galle für den Darmkanal hat, auf eine augenscheinliche Weise unterrichtet werden: die Galle liefert dem assimilirenden Central-Organ die gewissermaafsen angeborne, integrirende Nahrungssubstanz.

Die Generations-Werkzeuge werden beim Hühnchen schon gegen Ende des Larvenlebens, doch unabhängig von der *Membrana intermedia*, angelegt. Ihre Bildungsstätte ist die untere und innere Fläche der Wolff'schen Körper. Sie erhalten sich lange nur als Anlage, und warten erst die höchste Bildungsstufe des Thieres ab, um auf dieser zur Blüthe sich zu entfalten.

Die Enthüllung des Hühnchens.

Die Einleitung zu der Enthüllung des Hühnchens macht die Aufnahme des Nabelsacks mit dem Rest des Dotters in die Bauchhöle, und die Abschliefsung der letzteren durch das Wirbelsystem. Die Folge davon ist die allmählige Hemmung des Blutlaufs zwischen dem *Chorion* und dem Embryo; jenem wird Blut entzogen, diesem zugeführt; der Embryo wird selbstständiger und kräftiger, das *Chorion* verkümmert. Auch der *Liquor amnii* ist fast gänzlich resorbirt. Der durch die Aufnahme des Nabelsacks mit dem Dotter stark vergröfserte und mit reichlichem Blute versehene Embryo verstärkt nun seine Bewegungen. Der sich aufrichtende Kopf zerstört das Amnion, dann das Chorion, und die Schnabelspitze dringt in den Luftraum des Eies. Jetzt nimmt auch die Athmung durch die Lungen ihren Anfang, und dieses bildet den Hauptmoment zur vollständigen Enthüllung. Kräftige Bewegungen zersprengen nun Eischaalenhaut und Eischaale; das Hühnchen kriecht heraus, und beginnt das neue Leben.

Erklärung der Kupfertafeln.

Allgemein gültige Bezeichnungen.

D. Der Dotter.
d. Rindenschicht des Dotters.
u. Die Umhüllungshaut für den zum Embryo sich entwickelnden Dotter.

Zum annimalen System:

α. Die Urhälften des Central-Nervensystems.
w. Die Urplatten des Wirbelsystems.
h. Die Urhälften des Hautsystems.
χ. Die Wirbelsaite.

Zum Darmsystem:

s. Das assimilirende Centralorgan, die Schleimhaut.
v. Die Darmhaut.

Zum Blutsystem:

r. Das Herz.
l. Die Leber; bei der Froschlarve zugleich mit dem Pankreas.
f. Die Wolffschen Körper.
p. Die Lungen.

Zur Entwickelung des Hühnchens:

m. Die Membrana intermedia.
ζ. Das Centrum der Membrana intermedia, zugleich den Bezirk der Area pellucida bezeichnend.
φ. Der peripherische Theil derselben, zugleich die Ausdehnung der Area vaculosa markirend.

ERSTE TAFEL.

Fig. 1—8 gehören zur Entwickelungsgeschichte des Frosches, Fig. 8—17 zu der des Hühnchens.

Die Abbildungen haben den Zweck, das Verhalten der Dotterzellen und einiger Verwandlungen derselben zu den Gebilden des Embryo anschaulich zu machen. Die Vergrösserung ist im Allgemeinen die 450 Fache des Schickschen Mikroskops.

Fig. 1. Eine Dotterzelle aus dem Centrum des Froschdotters, an welcher die Zellen-Membran wegen des kugligen Nahrungsinhaltes nicht deutlich unterschieden werden kann. Es haben sich bereits junge Zellen in ihr entwickelt; welche sich an den dunkeln Flecken markiren.

u. Der kuglige Nahrungsinhalt.
t. Ein dunkler Fleck als Marke einer im Innern der Zellenhöle befindlichen jungen Dotterzelle.
z. Die Kontur der Zellen-Membran. Sie ist hauptsächlich daran kenntlich, dafs die Nahrungskügelchen so gleichmäfsig, und wie durch eine Membran zusammengehalten, an der Peripherie der Dotterzelle nebeneinander gelagert erscheinen.

Fig. 2. Eine durch das Zerquetschen der Mutter-Dotterzelle erhaltene junge Zelle, deren Zellen-Membran gleichzeitig zerstört ist.

k. Der Zellenkern derselben, umgeben von Nahrungskügelchen.

Fig. 3. Die Umhüllungshaut des Frosch-Embryo. Es sind hier die Zellen derselben aus verschiedenen Entwickelungszuständen zusammengestellt, um das Bild der Verwandlungen zu vergegenwärtigen.

c. Eine Zelle aus der ersten Anlage der Umhüllungshaut, an welcher weder die Zellen-Membran deutlich zu unterscheiden, noch der Kern ohne Zerstörung der Zelle sichtbar ist. Dieses ist auch die Form der Zellen aller übrigen Anlagen des Embryo, sowie des Keimhügels und der Rindenschicht des Dotters.

An den übrigen Zellen sehen wir bei dem Verbrauch des kugligen Nahrungsinhaltes allmählig Zellen-Membran und Zellen-Kern sichtbar hervortreten.

z. Eine Zelle der Umhüllungshaut mit deutlichem Kern, mit Kernkörperchen und Zellen-Membran aus der Zeit, wenn die Froschlarve bereits fertig gebildet ist. Um den Kern sind noch Ueberbleibsel des kugligen Nahrungsinhaltes.

k. Zellenkerne mit Kernkörperchen.

n. Kugliger Nahrungsinhalt.

δ. Lichte Räume, welche bei dem Hinschwinden des kugligen Nahrungsinhaltes an den Berührungsflächen der Zellen entstehen, und, wenn die Konturen der Zellen-Membranen weniger deutlich sind, das scheinbare Bild einer Intercellularsubstanz wiedergeben.

Fig. 4. a. Ein Stükchen der Schleimhaut eines ausgebildeten Frosches, mit der Ansicht auf die Dicke der Membran. Die kegelförmigen Schleimhautzellen stehen mit ihrem Längendurchmesser nebeneinander: in der Mitte präsentirt sich der deutliche Kern mit Kernkörperchen; an der Spitze, welche nach der Faltenhaut des Darms gekehrt ist, sieht man den Nahrungsinhalt derselben in Kügelchen angehäuft. b. Einzelne Schleimhautzellen in Trichterform, ohne Nahrungsinhalt.

z. Die Zellen-Membran der Schleimhautzellen.

t. Der in Kügelchen angesammelte Nahrungsinhalt derselben.

k. Kern der Schleimhautzelle, die Höle der letzteren etwas auftreibend.

c. Das spitz zulaufende Ende der trichterförmigen Schleimhautzelle.

c. Die der Darmröhre zugekehrte Basis mit der Einsicht in die Zellenhöle.

Fig. 5. Ein Stückchen derselben Schleimhaut so gelegt, dass man die der Darmhöle zugewendete Fläche übersehen kann. Man gewahrt die sich wenig gegenseitig abplattenden Grundflächen der kegelförmigen Schleimhautzellen, und durch dieselben hindurch die Zellenhölen und deren Inhalt.

k. Ein sichtbarer Zellenkern.

δ. n. c. Nahrungskügelchen.

c. Die nach der Faltenhaut hingewendete Fläche der Schleimhaut.

Fig. 6. Zwei primitive Muskelfasern des Wirbelsystems aus zwei verschiedenen Entwickelungsstufen.

a. Eine primitive Muskelfaser, gebildet durch das Aneinanderreihen von Zellen aus der Anlage des Wirbelsystems, an welcher bei dem Hinschwinden des kugligen Nahrungsinhaltes die Zellen-Membranen z. und die Zellen-Kerne deutlich hervorgetreten sind. Die Konturen der einzelnen Zellen lassen sich deutlich unterscheiden.

b. Eine primitive Muskelfaser, an welcher die Zellen-Membranen der einzelnen Zellen vollständig zu der sekundären Zelle verschmolzen sind. Man sieht noch Nahrungskügelchen, theils zerstreut, theils in der Nähe der Zellenkerne; letztere sind in der Verkümmerung

begriffen. Aufserdem zeigen sich an der sekundären Muskelzelle die koncentrisch verlaufenden Querstreifen, und an dem spitzen Ende auch Längsstreifen. Das Stück c schien sich in der Richtung eines Längsstreifens von dem Stamm abgelöset zu haben.

k. Zellenkerne.

n. Kugliger Nahrungsinhalt.

e. Querstreifen der sekundären Muskelzelle.

Fig. 7. Die Mutterzelle aus dem Parenchym der Leber eines jungen Frosches; daneben befindet sich der beim Zerquetschen derselben herausgekommene Inhalt, bestehend aus Nahrungskügelchen, Zellenkernen und vollkommenen jungen Zellen (Blutzellen).

z. Die Zellen-Membran der Mutterzelle.

c. Eine in der Zellenhöle sich markirende junge Zelle.

n. Nahrungskügelchen.

k. Zellenkerne.

c. Freiliegende junge Zellen. (Blutzellen).

Fig. 8. Queer-Durchschnitt eines Stücks der Darmwandung von einem erwachsenen Frosche, schematisch dargestellt.

s. Das assimilirende Centralorgan, die Schleimhaut.

f. Die Nahrungskügelchen, welche sich in der gegen die Faltenhaut gerichteten Partie der kegelförmigen Schleimhautzelle angehäuft haben.

δ. Die Faltenhaut des Froschdarms.

n. Ein in derselben verlaufendes Kapillargefäfs mit Blutzellen, in deren Höle sich der assimilirte Nahrungsstoff durch kleine Kügelchen markirt.

c. Blutzelle mit Nahrungskügelchen.

e. Die Muskelschicht des Darms.

Fig. 9. Zellen der Dottersubstanz des Hühnereies.

a. Eine Zelle der Dottersubstanz im unversehrten Zustand aus dem Dotter eines reifen Hühnereies. Man sieht die Kügelchen und Körnchen der Zellenhöle mit undeutlichen Konturen. Daneben (c) liegt eine Partie frei gewordener Kügelchen und Körnchen nach Zerstörung der Zellen-Membran.

b. Eine Zelle der Dottersubstanz aus dem letzten Zeitraum der Entwickelung des Hühnchens. Die Zellen-Membran ist zerstört, doch die Kügelchen fallen nicht auseinander, sondern werden durch eine zähe, fettähnliche Substanz zusammengehalten, welche sich, in ihrem Zusammenhange gestört, gern wieder in Kugeln formt.

z. Zellen-Membran.

n. Nahrungsinhalt.

c. Eine Partie des frei gemachten Inhaltes der Zelle a.

c. Die zähe fettähnliche Substanz, welche die Kügelchen (f) der Zelle b zusammenhält.

Fig. 10 Eine Zelle der Dotterhöle des Hühnereies im unveränderten Zustande.

z. Die Zellen-Membran.

k. Der Zellen-Kern.

Fig. 11. Von a—b fünf Zellen der Dotterhöle, welche durch die Bildung ihrer Nahrungskügelchen den Zellen in der Keim-Anlage (Keimhügel) sehr ähnlich werden. a und b sind aus dem Kanale des Dotters, die dazwischen stehenden Zellen aus dem von Pander sogenannten Kern des Hahnentritts.

k. Der Zellen-Kern, von dem kugligen Inhalte theilweise bedeckt.

n. Der kleinkuglige Zellen-Inhalt, dessen Kügelchen durch eine geringe Menge Zwischen-Substanz zusammengehalten werden.

Fig. 12. Zelle der Dotterhöle, auf deren Kern sich eine, bei 450facher Vergrösserung feinkörnig sich darstellende Masse niederschlägt; daneben ihre Metamorphose in der Rindenschicht des Dotters der *Area vasculosa* zur Mutter-Blutzelle. **a** und **b** zeigen die ersten Veränderungen einer solchen Zelle der Dotterhöle; **c** ist eine aus ihr entwickelte Mutterzelle der Rindenschicht des Dotters in der *Area vasculosa*.

k. Die Zellenkerne, bedeckt von einer geringeren und gröfseren Menge feinkörnigen Niederschlags.

n. Der feinkörnige Niederschlag in der Zellenhöle.

z. Zellen-Membran.

t. Die dunkleren Flecke der Mutterzelle, als Reflex der in der Zellenhöle befindlichen jungen Zellen (Blutzellen). Daneben ist eine solche mit t bezeichnete junge Zelle, welche durch das Zerquetschen der Mutterzelle frei geworden. Sie zeichnet sich vor einer wirklichen Blutzelle (c) in dieser Zeit durch grössere Undurchsichtigkeit aus; auch kann man Kernkörperchen noch nicht gewahr werden.

c. Blutzellen aus den Dottervenen der *Area vasculosa* zu Anfange der zweiten Entwickelungsepoche, zum Vergleich beigefügt.

Fig. 13. **a**. Eine Zelle der Dotterhöle, in welcher gröfsere Nahrungskugeln, dem Zellenkerne ganz ähnlich, doch unabhängig von ihm sich hervorbilden. Zwischensubstanz ist hier nicht bemerkbar. **b** dieselbe Zelle, von den genannten Nahrungskugeln ganz angefüllt, besonders in der Umgegend der Dotterhöle häufig vorkommend. **c**. Eine solche Zelle aus der Rindenschicht der *Area vasculosa*, in welcher sich gelbliche, ganz feinkörnige Niederschläge vorfinden. Diese Zelle der Dotterhöle ist es, welche zur Erweiterung der Schleimhaut vorzugsweise verabreicht wird, und bei der Larven-Metamorphose in der Rindenschicht der *Area vasculosa* fast ganz allein anzutreffen ist.

n. Der kuglige Nahrungsinhalt.

c. Der gelbliche, feinkörnige Niederschlag, wie es scheint, in der Nähe des Zellenkerns sich haltend.

Fig. 14. Eine Zelle der Dotterhöle aus der Rindenschicht des Dotters aufserhalb der *Area vasculosa*, in welcher Körnchen mit lebhafter Molekular-Bewegung sichtbar sind. Ein Zellenkern ist nicht zu bemerken. Die Körnchen vermehren sich schnell, und die Zelle gewinnt dann das Ansehen wie Fig. 12. **b**; doch lässt sich die molekulare Bewegung noch immer wahrnehmen. Auch sie werden als Mutter-Blutzellen in dem Gefäfshofe angetroffen.

n. Nahrungskügelchen.

c. Körnchen mit molekularer Bewegung.

Fig. 15. Zellen aus dem Keimhügel (Keimanlage nebst Kern des Hahnentritts) eines Hühnereies. **a**. Eine Mutterzelle, deren junge Brut an den dunkleren Flecken sich markirt. **b**. Eine Zelle des Keimhügels, wie sie zugleich in den ersten Anlagen des Embryo und in der Umhüllungshaut vorkommen. Ihre Aehnlichkeit mit den beiden letzten Zellen der Fig. 11 ist nicht zu verkennen.

n. Nahrungskügelchen.

t. Rundliche, dunkle Flecke, durch die Zellen innerhalb der Muttenzelle hervorgerufen.

Fig. 16. Ein Stückchen aus der Peripherie der Umhüllungshaut des Embryo und Dotters beim Hühnchen. Man sieht hier die allmähligen Veränderungen der Dotterzellen der Höle,

welche zur Erweiterung der Umhüllungshaut fortwährend hinzutreten, in ziemlich natürlichem Verhalten nebeneinander. Beim Frosch Fig. 3. machten wir eine künstliche Zusammenstellung; beim Hühnchen ist dieses nicht nöthig, da die Umhüllungshaut sehr langsam sich über den Dotter ausdehnt.

c. Eine an die Peripherie der Umhüllungshaut neu hinzugetretene Zelle der Dotterhöle.

n. Der kuglige Nahrungsinhalt der einzelnen Zellen, welcher allmählig verbraucht wird und in der Peripherie der Zelle zuerst sein Verschwinden kundgiebt.

k. Der bei dem Hinschwinden des kugligen Nahrungsinhaltes hervortretende Zellenkern.

z. Die Zellen-Membran.

δ. Lichte Räume, welche bei dem Hinschwinden des Nahrungsinhaltes an der Peripherie der Zellenhöle in den Berührungsflächen der Zellen untereinander sichtbar werden. Nicht selten kann man auch hier die Kontur der Zellen-Membranen nicht erkennen. Da die einzelnen Zellen bei der Membran-Bildung sich polyedrisch abgrenzen, so formiren die bei dem Hinschwinden des kugligen Nahrungsinhaltes entstehenden lichten Räume ein Netzwerk, und mögen wohl zu der so frühzeitigen Annahme eines Kapillargefäfsnetzes Veranlassung gegeben haben.

Fig. 17. **a.** Ein Stück der Schleimhaut mit der Uebergangs-Partie der Rindenschicht des Dotters aus der *Area vasculosa* von einem Embryo im Anfange der zweiten Entwickelungsepoche. **b.** Eine isolirte, noch runde Schleimhautzelle, in den Mutterzellen der ursprünglichen Anlagen entwickelt. **c.** Die Kontur einer Falte dieses Schleimhaut-Stückes mit der deutlichen Begrenzung der Zellen-Membranen, ohne Spur einer Intercellularsubstanz. In der Ebene konnte ich, wie auch die Zeichnung **a** darlegt, die Konturen der einzelnen Zellen erst nach dem Centrum (s) hin deutlicher erkennen.

t. Die Uebergangs-Partie aus der Rindenschicht des Dotters in den Fruchthof zu der eigentlichen Anlage der Schleimhaut. Die Nahrungskügelchen sind in die Peripherie der Dotter-Zellenhöle verflüssigt, und die noch vorhandenen erscheinen in einzelnen Massen angehäuft. Die Konturen der Dotterzellen sind in der Ebene nicht deutlich zu erkennen.

δ. Die Nahrungskügelchen haben hier schon so abgenommen, dafs sie nur einzeln, und bei der Undeutlichkeit der Zellen-Konturen, wie in einer einförmigen, durchsichtigen Bildungsmasse eingestreut sich darstellen.

e. Diese Gegend gehört schon dem Bezirke des Fruchthofes und der Schleimhaut selbst an. Sie ist als die neu hinzugetretene Anlage für die Schleimhaut zu betrachten, in welcher die Dotterzellen als Mutterzellen sich dokumentiren. Nahrungskügelchen sind nur sehr zerstreut wahrzunehmen; die Konturen der Mutterzellen treten deutlicher hervor; auch sieht man an den matten, dunkleren Flecken die in der Entwickelung begriffenen jungen Zellen.

s. Die Anlage der Schleimhaut aus der Mitte des Fruchthofes. Die Mutterzellen sind zu Grunde gegangen, und zahlreiche junge Zellen in verfeinerter Form an ihre Stelle getreten. Innerhalb der Höle derselben zeigt sich deutlich der Zellenkern, und auch Nahrungskügelchen.

n. Nahrungskügelchen der Zellen.

ZWEITE TAFEL.

Zur Entwickelungsgeschichte des Frosches, vorzüglich *Rana esculenta*. Die Abbildungen sind gemeinhin um das Fünf- bis Achtfache vergrößert dargestellt.

Fig. 1. Ein von den Eihüllen befreites Froschei, dessen Umhüllungshaut vollständig den Dotter umwachsen hat. Auch die Urhälften des Central-Nervensystems mit der Wirbelsaite sind von dem Keimhügel abgesondert, und markiren sich durch eine hellere Färbung in fast ovaler Form an der schwarzen Umhüllungshaut.

u. Die Kontur der Umhüllungshaut.

α. Die an der Umhüllungshaut markirte Stelle der Urhälften des Central-Nervensystems.

β. Die primitive Rinne zwischen den Urhälften des Central-Nervensystems im Verlaufe der Wirbelsaite.

e. Aeufsere Grenze des Central-Nervensystems.

Fig. 2. Ansicht eines Froscheies, an welchem die äufseren Ränder der Urhälften des Central-Nervensystems (α) zur gegenseitigen Vereinigung sich zu erheben beginnen. Die Umhüllungs (u) ist nicht abgetrennt.

δ. Die Gegend der Urhälften des Central-Nervensystems, welche dem Gehirn anheim fällt,

t. Diejenige, welche für das Rückenmark bestimmt ist.

β. Die noch sichtbare primitive Rinne.

Fig. 3. Ein Froschembryo befreit von der Umhüllungshaut, schon von länglich runder Gestalt. Die blos liegenden Urhälften des Central-Nervensystems sind merklich mit stärkerer Erhebung ihres äufseren Randes an einander gerückt. Ansicht von der Oberfläche des Embryo.

δ. Die Gegend des centralen Nervensystems, welche dem Gehirn entspricht,

t. Diejenige, welche zum Rückenmark wird.

γ. Die Verbindungsmembran beider Urhälften des Central-Nervensystems, an der bezeichneten Stelle etwas höglich hervortretend.

c. Die zwischen den beiden aneinander rückenden und sich erhebenden Urhälften des Central-Nervensystems entstandene Rückenfurche. Die primitive Rinne ist dadurch unkenntlich geworden.

c. Die Bauchseite des Embryo.

Fig. 4. Ein etwas älterer Embryo von vorn betrachtet. Die Bezeichnungen stimmen mit denen in Fig. 3. überein.

Fig. 5. Derselbe Embryo. Seiten-Ansicht. Die Umhüllungshaut ist entfernt; der Dotter liegt frei; auf ihm befinden sich schon die hier nicht sichtbaren Urplatten des Wirbelsystems, und darüber die Urhälften des centralen Nervensystems, von dem sich nach oben und unten ausbreitenden Hautsysteme seitlich bedeckt.

h. Die Anlage des Hautsystems der linken Seite; am Kopfende ist ihr Wachsthum nach unten am weitesten vorgeschritten.

δ. und t Die Gegenden des Gehirns und Rückenmarks der rechten Seite.

c. Die Rückenfurche.

g. Eine rundliche Erhabenheit von der Anlage des *Nervus opticus*.

y. Eine kleinere Erhöhung, der Anlage des *Nervus acusticus* entsprechend.

Fig. 6. Ein etwas älterer Embryo, von der linken Seite betrachtet. Die Umhüllungshaut ist abgelöst; auch das Hautsystem ist in der Gegend des Rumpfes entfernt, um die hervortretenden Urplatten des Wirbelsystems zur Anschauung zu bringen. Die Rückenfurche ist noch vorhanden.

α. Die Urhälften des Central-Nervensystems.
γ. Das vordere Ende desselben.
g. Die Erhabenheit des Auges.
h. Das Hautsystem am Kopfe.
w. Urplatten des Wirbelsystems mit vier sichtbaren Wirbel-Abtheilungen.
e. Trennungsspalte zwischen den Urplatten des Wirbelsystems und den Urhälften des centralen Nervensystems.
b. Der vorn unter dem Gehirn sich hervordrängende Theil des Wirbelsystems. (Gegend der Stirnwand und des ersten Visceralbogens).
c. Der freiliegende Dotter.

Fig. 7. Ein Embryo, etwas älter als der vorige. Man übersieht die rechte Seite, und zugleich theilweise die Oberfläche. Die Urhälften des centralen Nervensystems sind nahe der gegenseitigen Vereinigung; die Visceral- und Rückenplatten haben sich von den Urplatten des Wirbelsystems bereits entwickelt und sind nach unten und oben hervorgetreten; das Hautsystem ist am Rumpfe entfernt.

g. und y. Erhabenheiten, dem Auge und Gehör-Labyrinthe entsprechend.
t. Rückenmarkshälfte.
d. Gehirnhälfte.
e. Rückenfurche zwischen den Urhälften des Central-Nervensystems.
w. Die in Rücken- und Visceral-Platten sich entwickelnden Urhälften des Wirbelsystems. Die Wirbel-Abtheilungen haben sich vermehrt.

Fig. 8. Ein von der Umhüllungshaut befreiter Frosch-Embryo, welcher bereits die Eihüllen verlassen hat. Die Urhälften des Central-Nervensystems sind zu einer Röhre vereinigt; das Hauptsystem bildet eine geschlossene Hülle des Embryo und des in der Bauchhöle befindlichen Dotters, und fungirt als *Membrana reuniens superior* und *inferior*. Auch das Blutsystem ist in der Anlage vorhanden.

α. Das Central-Nervensystem.
δ. Gehirn.
w. Das Wirbelsystem. Die oberhalb des Winkels der Wirbel-Abtheilungen gelegene Partie gehört den Rückenplatten, die unterhalb den Visceralplatten an.
b. Erster und zweiter Visceralbogen.
a. Visceralspalte.
i. Der in der zweiten Visceralspalte vom Hautsysteme sich entwickelnde Kiemenapparat.
e. Die Gegend, wo sich das Herz befindet.
l. Die Leber- und Pankreas-Anlage.
f. Die Anlage des Wolffschen Körpers linkerseits mit dem nach hinten verlaufenden Ausführungsgange.
g. Das Auge.

Fig. 9. Rechte Seiten-Ansicht der vorderen Körperhälfte eines älteren Embryo, bei welchem die Rückenplatten schon fast vollständig die obern Wirbelröhren bilden.

f, l, b, wie in Fig. 8.

y. Das Gehör-Labyrinth.

e. Aeufsere Nasenöffnung.

i. Die aus dem Hautsystem, welches hier die zweite Visceralspalte bedeckt, entwickelten Kiemenbogen mit den an ihnen hervortretenden Fortsätzen für die äufseren Kiemen.

c. Eine von dem Herzen hervorgetriebene Erhöhung.

Fig. 10. Ein Froschembryo aus der Zeit, wann an dem Darmhautsack die Scheidung in Magen, Dünn- und Dick-Darm sich zu erkennen giebt. Die Umhüllungshaut ist entfernt, Ansicht von der unteren Fläche des Körpers.

e, c, l, i, wie in Fig. 9.

b. Mundöffnung.

t. Zwei Querschatten, den Einschnürungen des Darmhautsackes entsprechend. Vor dem vorderen Querschatten liegt die Abtheilung, welche dem Magen angehört; hinter dem hinteren diejenige, welche für den Dickdarm bestimmt ist; zwischen beiden befindet sich die Abtheilung für die dünnen Därme.

Fig. 11. Eine ähnliche Ansicht, wie die in Fig. 10, von einem etwas älteren Embryo.

i, c, l, wie in Fig. 10.

c. Der Dickdarm mit der ephemeren Haut-Afteröffnung.

t. Die Abtheilung des Darmhautsackes für die dünnen Därme.

b. Die Magen-Abtheilung.

i. An den Kiemenbogen wird schon die Bildung der inneren Kiemen bemerkbar.

Fig. 12. Ansicht auf die untere Fläche eines älteren Frosch-Embryo, bei welchem die aus der Dünndarm-Abtheilung in den Dickdarm übergehende Schlinge des Darmhautsacks in die doppelte Schneckenform des Froschlarven-Darms sich auszubilden beginnt. Die Umhüllungshaut ist entfernt; das Hautsystem formirt hauptsächlich die Bauchhöle.

c. Gegend des Herzens.

l. Die Leber- und Pankreas-Anlage von der sich andrängenden Magen-Abtheilung des Darmhautsackes in zwei unter sich noch zusammenhangenden Partieen geschieden; die nach vorn liegende ist die Bildungsmasse der Leber, die nach hinten gehört dem Pankreas des entwickelten Frosches.

t. Die zur doppelten Schneckenform sich entwickelnde Schlinge des Darmhautsackes.

Fig. 13. Das Gehirn eines Froschembryo, welcher um Weniges jünger ist als der in Fig. 3. dargestellte. Man sieht die untere Fläche.

a. Die erste Gehirn-Abtheilung.

b. Die zweite.

c. Die dritte.

g. Anlage des *Nervus opticus*.

y. Anlage des *Nervus acusticus*.

e. Die Verbindungsmembran (untere) beiden Urhälften des Central-Nervensystems mit einer Abzeichnung von der anliegenden Wirbelsaite.

Fig. 14. Ein Froschembryo auf einer Entwickelungsstufe, wie der in Fig. 6. gezeichnete. Ansicht von der Oberfläche desselben. Die Umhüllungshaut und das Hautsystem sind entfernt, das Centralnervensystem ist kurz vor seinem hintern Ende durchschnitten, nach vorn abgelöset und zurückgelegt. Man sieht die unter dem Central-Nervensystem befindliche Wirbelsaite und die Urplatten des Wirbelsystems.

α. Das zur Seite gelegte Central-Nervensystem.

δ. Der Gehirntheil desselben.

t. Das festsitzende Stück des Central-Nervensystems.

χ. Die Wirbelsaite, vorn mit dem Gehirn im innigen Zusammenhange und durchweg frei in der oberen Wirbelröhre liegend.

w. Die Urplatten des Wirbelsystems mit den Wirbel-Abscheidungen sowohl am Kopfe als am Rumpfe.

a. Die Grenze des Wirbelsystems zwischen Kopf und Rumpf.

b. Die vorderste und erste Wirbel-Abtheilung des Schädels vorn in einem Bogen von beiden Seiten zusammenkommend. Hinter ihr folgen, durch zwei Schatten markirt, die zweite und dritte Wirbel-Abtheilung des Kopfes.

c. Die unter der Wirbelsaite hinweggehende Verbindungs-Membran der beiden Hälften der ersten Wirbel-Abtheilung des Kopfes.

Fig. 15. Die vordere Hälfte eines Embryo, der etwas jünger ist, als der Fig. 8. Das Central-Nervensystem ist entfernt; man übersieht das Innere der oberen Wirbelröhre und die in der Verkümmerung begriffene Wirbelsaite.

w. χ. a. Wie in Fig. 14.

e. Das Grübchen am ersten Schädelwirbel, aus welchem der *bulbus oculi* genommen ist.

c. Das in der Verkümmerung begriffene vordere Ende der Wirbelsaite.

b. Die Stelle am hinteren Ende des ersten Schädelwirbels, wo die Urplatten des Wirbelsystems auch oberhalb der *Chorda dorsalis* sich zu vereinigen den Anfang machen.

Fig. 16. Eine ähnliche Ansicht, wie die Fig. 15., von einem älteren Embryo.

χ. Der noch freiliegende Theil der Wirbelsaite.

c. die noch mehr verkümmerte freie, vordere Partie derselben, welche zur *Glandula pituitaria* wird.

e. Die hier über der *Chorda dorsalis* liegende Vereinigungsmasse der Urplatten des Wirbelsystems hat sich verdickt, und bildet vor sich eine halbmondförmig ausgezweifte Grube (*Sella turcica*), in welcher die verkümmerte freie, vordere Partie der Wirbelsaite als *Glandula pituitaria* sich hineinlagert.

Fig 17. Ein vorderes Stück des Central-Nervensystems mit der Wirbelsaite.

α. Das Central-Nervensystem.

χ. Die Wirbelsaite.

e. Gegend des Gehirntrichters, an welcher das verkümmerte vordere Ende der Wirbelsaite (*Glandula pituitaria*) so festhaftet, dafs die ganze *Chorda dorsalis* mit dem Gehirn herausgenommen werden konnte.

Fig. 18. Eine ähnliche Ansicht, wie die Fig. 16., von einem älteren Embryo.

χ. c. e. Wie in Fig. 16.

t. Hintere Grenze des Schädels.

b. Gegend des Auges.

Zwischen der *Glandula pituitaria* c. und der Wirbelsaite läfst sich noch ein feiner Verbindungsstreifen bemerken.

e. Die kräftig hervortretende Stelle an der inneren Fläche der Schädelbasis, wo die Urplatten des Wirbelsystems zuerst auch oberhalb der Wirbelsaite sich vereinigt haben. Bei den höheren Wirbelthieren bilden sich hier die *Processus clinoidei posteriores* aus.

Fig. 19. Ein Embryo eben so alt, wie der in Fig. 6. Man sieht die Durchschnittsfläche eines Längendurchschnitts, der ziemlich durch die Längen-Axe geführt ist.

α. w. χ. u. D. nach den allgemein gültigen Bezeichnungen.

c. Das nicht durchschnittene Schwanz-Ende des Embryo.

a. Bauchseite des Embryo.

b. Die Lücke des Dotters unter dem Keimhügel in ihrem ganzen Verlaufe.

n. Die übriggebliebene dünne Schicht von Dotterzellen des Keimhügels.

Fig. 20. Eine ähnliche Durchschnittsfläche von einem älteren Frosch-Embryo.

δ. Das Gehirn, welches allmählig eine gradere Richtung zum Rückenmark annimmt.

χ. Die *Chorda dorsalis*, deren hinterer Theil weggenommen ist, so dafs die durch ihn verdeckten Urplatten des Wirbelsystems (w) sichtbar werden.

b. Die in der Verkümmerung begriffene, vordere Partie der Wirbelsaite.

a. Die *Membrana reuniens inferior* des Hautsystems.

c. Die Trennungsspalte zwischen dem in der Bauchhöle befindlichen, von der Darmhaut umgebenen Dotter, und zwischen der Wirbelsäule.

f. Die Mundhöle, in welcher sich die Lücke des Dotters unter dem Keimhügel erhält. Sie wird von dem Kopftheile der Darmhaut ausgekleidet.

v. Die Kontur der Darmhaut, im Bauche den Rest des Dotters umschliefsend.

l. Die Leber- und Pankreas-Anlage.

r. Herz mit seiner Höle.

e. Die Gegend, wo sich der Kiemenbogenträger ausbildet.

Fig. 21. Dieselbe Durchschnittsfläche eines Embryo, der etwas älter ist, als der Fig. 9. Das Central-Nervensystem mit seiner Hülle hat schon fast einen graden Verlauf.

χ. α. f. v. w. a. l. r. Wie in Fig. 20.

b. Durchschnittsfläche des ersten Visceralbogens, wo derselbe die Mundöffnung formirt. Nach hinten folgt darauf die Durchschnittsfläche des zweiten Visceralbogens mit dem Kiemendeckel-Fortsatz.

Fig. 22. Die ähnliche Durchschnittsfläche eines Embryo, welcher in seiner Entwickelung ungefähr so weit vorgeschritten, wie der Fig. 12. Entstehung der Lungen.

f. Die Mundhöle, von welcher die Darmhaut entfernt worden ist.

b. Die Bauchhöle.

c. Kiemendeckel-Fortsatz.

a. Ein ovaler Körper, welcher sich an der inneren Seite der Wolff'schen Körper vorfindet und derselben anzugehören scheint. Die Bedeutung ist noch unbekannt.

δ. Die Magen-Abtheilung des Darmhautsystems.

e. Der Kiemenbogenträger, welcher zur Visceralplatte des Rumpfes heraufsteigt.

p. Die von dem Kiemenbogenträger hervorwachsenden Fortsätze für die Lungen.

Fig. 23. Ansicht auf die untere Fläche desselben Präparats. Die Leber- und Pankreas-Anlage ist entfernt, und die Herzhöle geöffnet, um den Kiemenbogenträger übersehen zu können.

f. Der Wolff'sche Körper mit seinem Ausführungsgange, und dem an der inneren Seite gelegenen Organe a.

p. r. δ. e. Wie in Fig. 22.

g. Das Auge.

b. Die durch das Peritonäum verdeckte Kiemenhöle.

Fig. 24. Ein ähnliches Präparat von einem etwas älteren Embryo. Die Kiemenbogen sind freigelegt; desgleichen das Herz.

i. Das Kiemensystem. Die äufseren Kiemen sind in der Verkümmerung begriffen, die inneren dagegen fast ausgebildet.
b. Der Kiemenbogenträger.
p. Die Lungen.

DRITTE TAFEL.

Zur Bildungsgeschichte des Hühnchens.

In vorliegender Kupfertafel gebe ich gröfsere und kleinere Flächen-Ansichten von Embryonen aus der ersten Entwickelungs-Epoche des Hühnchens. Der Embryo wurde von dem Dotter abgenommen und unter schwachem Salzwasser auf schwarzem Grunde ausgebreitet. Dann benutzte ich zu den Zeichnungen den Moment, wo während des Absterbens des Embryo einzelne Anlagen bald früher, bald später durch weifsliche Färbung sich markiren und in dem anfangs ganz durchscheinenden *Blastema* Schatten und Licht deutlicher hervortraten. Später nehmen alle embryonischen Anlagen eine mehr gleichmäfsige, weifsliche Färbung an. Die Schichtbildung der Anlagen des Embryo kann hier nur andeutungsweise in Betrachtung gezogen werden.

Fig. 1. Die Anlagen des Hühnchens nach ungefähr 7-8stündiger Bebrütung, dem früher sogenannten Keimblatte entsprechend, wann in demselben der Primitivstreifen (unserer primitiven Rinne β.) sichtbar geworden war. Es ist die Anlage der Umhüllungshaut und des Central-Nervensystems vorhanden. Obere Flächen-Ansicht.

u. Die Umhüllungshaut, welche die oberflächlichste Schicht und den ganzen Bezirk der vorliegenden runden Scheibe bildet.
α. Das unterhalb gelegene Central-Nervensystem, dessen beide Urhälften zusammen eine ovale Fläche einnehmen. An der Oberfläche der Scheibe der Umhüllungshaut markirt sich die Gegend seiner Lagerungsstätte durch eine sanfte Wölbung, und in vorliegender Figur ist diese Gegend durch hellere Schattirung bezeichnet.
e. Die äufsere Grenze des Central-Nervensystems.
β. Die zwischen den Urhälften des Central-Nervensystems liegende primitive Rinne, an den noch durchscheinenden Anlagen des Embryo durch einen weifslichen Streifen sich markirend (v. Bär's Primitivstreifen).

Fig. 2. Die Anlagen des Hühnchens in ihrer vollständigen Ausbreitung aus der Zeit, wenn das assimilirende Central-Organ, die Schleimhaut, vom Keimhügel bereits abgesondert ist. Wir übersehen daher die obere Fläche der ersten vollständigen Grundlage des Hühnchens. Es sind vier Schichten von Anlagen vorhanden. Die oberste und gröfste ist die Umhüllungshaut, darunter die kleinste von allen in der Ausbreitung, das Central-Nervensystem. Dann folgt die nach der Umhüllungshaut am weitesten sich ausdehnende *Membrana intermedia*, und zuletzt die in dem Bezirke des Centrums der letzteren sich haltende Schleimhaut.

β. Die primitive Rinne.
α. Die Urhälften des Central-Nervensystems, welche sich gegen die primitive Rinne zusammenziehen behufs der gegenseitigen Vereinigung. Ihre Wölbung an der Oberfläche tritt stärker hervor.
b. Die, in der ungefähren Mitte des äufseren Randes befindliche Einbiegung der Urhälften des Central-Nervensystems, als Andeutung von der Scheidung der letzteren in die Abtheilungen für Gehirn und Rückenmark.

e. Die an der Oberfläche sichtbare, tiefere Falte, welche durch die Abschnürung des Kopftheiles der *Membrana intermedia* hervorgebracht wird.

ζ. Die fast birnförmig begrenzte Bauch-Abtheilung der *Membrana intermedia*. Dieselbe bezeichnet zugleich die *Area pellucida*, den Fruchthof, wo der Embryo seinen selbstständigen Wirkungskreis hat, und jetzt auch das Centrum im Gegensatz zur Peripherie der mittleren Membran.

η. Der peripherische Theil der *Membrana intermedia*, welcher zugleich den Bezirk der *Area vasculosa* andeutet, wo Dotter und Embryo in gegenseitiger, unmittelbarer Wechselwirkung stehen.

γ. Der ringförmige Theil der Umhüllungshaut, welcher mit keiner wesentlichen Anlage des Embryo in Verbindung steht, und vielmehr diejenige Partie der Rindenschicht des Dotters an seine untere Fläche aufnimmt, die nach dem Gefäfshof zur Wechselwirkung mit dem Embryo gelangen soll. Hier ist der Bezirk des Dotterhofes.

Fig. 3. Obere Flächen-Ansicht des Fruchthofes allein von einem Embryo, bei welchem schon die Urhälften des Central-Nervensystems besonders am Gehirn mit dem äufseren Rande zur gegenseitigen Vereinigung sich erhoben haben. Die frühere Begrenzung des Central-Nervensystems ist dadurch etwas verändert. Auch das Wirbelsystem markirt sich schon deutlich; desgleichen das Hautsystem.

α. Das Central-Nervensystem.

t. Der hintere Theil der Rückenmarkshälften, welche sich erst später mehr zusammenziehen und zur Vereinigung erheben.

e. Ungefähre Grenze des Gehirns und Rückenmarks.

c. Die zwischen den sich stärker erhebenden Urhälften des Central-Nervensystems entstehende Rückenfurche.

β. Die Stelle, wo sich früher die primitive Rinne befand, und bei der Bildung der Rückenfurche sich verloren hat.

w. Die durch Wirbel-Abtheilungen sich zu erkennen gebenden Urplatten des Wirbelsystems, vollständig von dem Central-Nervensystem noch bedeckt.

h. Die, durch eine stärkere Verdickung des Centrum der *Membrana intermedia* in der Umgrenzung des Central-Nervensystems sich markirenden Urplatten des Hautsystems.

ζ. Das Centrum der *Membrana intermedia*.

b. Die Falte des abgeschnürten Kopftheiles der *Membrana intermedia*.

Fig. 4. Eine ähnliche Ansicht, wie die Fig. 3., von einem Embryo, dessen Urhälften des Central-Nervensystems sich zum gröfsten Theile vereinigt haben.

α. Die zu einer Röhre vereinigten Urhälften des Central-Nervensystems, von ihrer durch das Wirbel- und Hautsystem erhaltenen Hülle umgeben.

δ. Dieser Schatten bezeichnet die Grenze der Höle des Central-Nervensystems.

t. Die noch nicht vereinigten Urhälften des Rückenmarks.

c. Der noch nicht zur Röhre abgeschlossene Theil der Rückenfurche.

w. Das an den Wirbel-Abtheilungen erkennbare Wirbelsystem, welches schon die Rückenplatten zur Umhüllung des Central-Nervensystems entwickelt hat.

h. Die dickere Gegend der *Membrana intermedia*, von den Urplatten des Hautsystems herrührend.

b. Die hintere Grenze des abgeschnürten Kopftheils der *Membrana intermedia*, von wo letztere als v. Bär'sche Kopfkappe wieder nach vorn in die Scheibe der Bauch-Abtheilung ausläuft.

c. Die Gegend, wo die hinteren Herzschenkel zu den Seiten nach dem Gefäfshofe sich hinbegeben.

Fig. 5. Dieselbe obere Flächen-Ansicht von einem etwas älteren Embryo, bei welchem das Gehirn sich in drei Abtheilungen schon abgeschnürt hat, und auch die höheren Sinnes-Organe in der Anlage vorhanden sind.

t. c. w. h. Wie in Fig. 4.

a. Die erste Gehirn-Abtheilung, die Blase des dritten Ventrikels.

b. Die zweite Gehirn-Abtheilung, die Blase des *Aquaeductus Sylvii*.

c. Die dritte Gehirn-Abtheilung, welche wir mit der Blase des vierten Ventrikels bezeichnet haben.

δ. Die hier durch zwei Kreise angedeutete Gegend, wo etwas später die beiden Grofshirnbläschen für die Hemisphären aus der Blase des dritten Ventrikels hervorwachsen.

g. Die Anlage des *Nervus opticus*.

y. Die Anlage des *Nervus acusticus*.

γ. Die zur Kopfscheide sich erhebende Amnionplatte.

x. Die Gegend, wo die hinteren Herzschenkel zur Seite nach der *Area vasculosa* abgehen.

Fig. 6. Ansicht auf die untere Fläche des Frucht- und Gefäfshofes desjenigen Embryo, welchen wir in Fig. 2 von oben betrachtet haben.

α. b. ζ. φ. Wie in Fig. 2.

t. Die durchschimmernde abgeschnürte Kopf-Abtheilung der *Membrana intermedia* mit der darüberliegenden Partie des Gehirns.

a. Eingang in die Höle der abgeschnürten Kopf-Abtheilung der *Membrana intermedia*.

c. Der konkave, hintere Rand der abgeschnürten Kopf-Abtheilung der mittleren Membran, von wo letztere nach vorn in die v. Bär'sche Kopfkappe und in die allgemeine Scheibe der Bauch-Abtheilung ausgeht. Er bezeichnet zugleich die Gegend, wo (also an der künftigen Spitze der Bauchhöle) die Bildungsmasse für die Anlage des Herzens sich vermehrt.

χ. Die durch die weifsliche Färbung sich besonders auszeichnende Wirbelsaite.

Fig. 7. Ansicht auf die untere Fläche des in Fig. 3. von oben betrachteten Präparats.

α. ζ. χ. a. t. Wie in Fig. 6.

c. Der hintere, konkave Rand der Abschnürungsfalte, welche, durch Anhäufung von Zellenmassen in der Kopfkappe für das Herz, nach hinten etwas erweitert ist, und dadurch die Höle des abgeschnürten Kopftheiles der *Membrana intermedia* scheinbar vergröfsert.

h. Die verdickte Partie in der *Membrana intermedia*, welche den Urplatten des Hautsystems entspricht.

w. Die durch Wirbel-Abtheilungen sich markirenden Urplatten des Wirbelsystems.

b. Das hinterste Ende des Embryo, wo die Entfaltung der Systeme langsamer vor sich geht, die Bildungsmasse sich anhäuft, und hüglig nach unten hervortritt.

Fig. 8. Ansicht auf die untere Fläche des in Fig. 4. dargestellten Embryo.

w. h. χ. b. Wie in Fig. 7.

δ. Die durchschimmernde Begrenzung des Kopfes.

t. Die vorderen Herzschenkel, welche in die Aortenbogen übergehen.

c. Die hinteren Schenkel des Herzens, welche zu den Hauptstämmen der Dottervenen sich ausbilden.

r. Anlage des Herzens.

a. Der Eingang zur Höle des abgeschnürten Kopftheiles der *Membrana intermedia*, welche

durch die Anlage des Herzens scheinbar erweitert wird, und so das Bild hervorruft, als ob der Abschnürungsprozefs auch schon am Bauche seinen Anfang genommen hätte.

Fig. 9. Die untere Fläche des abgeschnürten Kopftheils des Embryo, welchen wir in Fig. 5. von oben betrachtet. Die v. Bär'sche Kopfkappe ist nach hinten zurückgeschlagen.

a. Die durchschimmernde erste Gehirn-Abtheilung.

g. Die durchschimmernde Anlage des *Nervus opticus.*

t. Die vorderen Herzschenkel, in den abgeschnürten Kopftheil der *Membrana intermedia* übergehend.

γ. Die zur Kopfscheide sich erhebende Amnionplatte.

Fig. 10. Eine ähnliche Ansicht, wie in voriger Figur, von einem etwas älteren Embryo. Die Kopfkappe ist aber in normaler Lage gelassen, und die an dem Kopf-Ende bezeichneten Theile sind von ihr bedeckt und nur durchschimmernd zu betrachten.

γ. Die Gegend, wo die Kopfscheide des Amnion nach aufwärts sich erhebt.

g. Die durchschimmernde Anlage des *Nervus opticus.*

δ. Die hier angedeuteten beiden Bläschen der Grofshirnzellen, welche vorn und seitlich über den Anlagen der *Nervi olfactorii* aus der ersten Gehirn-Abtheilung, der Blase des dritten Ventrikels, später hervorwachsen.

b. Die Anlagen der *Nervi olfactorii*, welche hier etwas zu sehr nach hinten gelagert angegeben sind, um die Grofshirnzellen mehr hervortreten zu lassen.

t. Gegend des abgeschnürten Kopftheiles der *Membrana intermedia.*

r. Das Herz, schon Sförmig gestaltet und von seinem Perikardium bedeckt, das vorn mit der abgeschnürten Kopf-Abtheilung der *Membrana intermedia*, im Uebrigen aber mit der noch scheibenförmig sich ausdehnenden Bauch-Abtheilung (ζ) derselben zusammenhangt.

c. *Vena omphalo-mesaraica*, der Hauptstamm der Dottervenen.

χ. Die Wirbelsaite.

a. Der Eingang in die abgeschnürte Kopf-Abtheilung der *Membrana intermedia*, welche durch die Verlängerung des Herzens nach hinten scheinbar erweitert ist. Wenn das hintere Ende des Herzens dem vorderen jetzt allmählig näher gerückt wird (durch das Wachsthum des Central-Nervensystems mit seiner Hülle nach vorwärts), verschwindet wieder diese Erweiterung, und das jetzt in der Fläche ausgebreitete Pericardium wird sackförmig.

VIERTE TAFEL.

Quer-Durchschnitte zur Bildungsgeschichte des Frosches und Hühnchens.

Um die Uebersicht zu erleichtern, sind die Abbildungen hin und wieder idealisirt, und die Konturen für gleiche Gebilde in den einzelnen Figuren vom Kupferstecher auch gleichartig ausgeführt.

Fig. 1.—7. Zur Entwickelungsgeschichte des Frosches.

Fig. 1. Durchschnitt eines Frosch-Eichens, an welchem die Umhüllungshaut etwa die Hälfte der Dotterkugel umwachsen hat.

D. Der Dotter.

δ. Die Dotterhaut.

u. Die Umhüllungshaut.

e. Die äufserste Grenze derselben.

a. Der Keimhügel, übergehend in die Rindenschicht des Dotters,

γ. Die Trennungslinie desselben vom Centrum des Dotters.

Fig. 2. Durchschnittsfläche eines Frosch-Eichens, bei welchem die Urhälften des Central-Nervensystem und die Wirbelsaite abgelagert sind.

D. u. γ. a. Wie in Fig. 1.

d. Die Rindenschicht des Dotters.

b. Die Lücke des Dotters unter dem Keimhügel.

α. Die Urhälften des Central-Nervensystems.

χ. Die Wirbelsaite.

t. Die primitive Rinne.

Fig. 3. Durchschnitt eines Frosch-Embryo, bei welchem die Anlage des ganzen animalen Systems vorhanden ist. Die Urhälften des Central-Nervensystems beginnen sich zu erheben und zusammenzuziehen.

D. d. a. b. γ. u. α. χ. Wie in Fig. 2.

t. Die mit der Erhebung der Urhälften des Central-Nervensystems entstehende Rückenfurche.

w. Die von dem Keimhügel abgesonderten Urplatten des Wirbelsystems.

χ. Die Wirbelsaite ist, während die Urhälften des Central-Nervensystems sich über sie erheben, in nähere Beziehung zu den Urplatten des Wirbelsystems getreten.

h. Die Urplatten des Hautsystems, in der Entwickelung nach auf- und abwärts begriffen, um das Wirbel- und Central-Nervensystem, so wie nach unten den Dotter zu umwachsen.

Fig. 4. Durchschnittsfläche eines Embryo, bei welchem die Rücken- und Visceralplatten von den Urplatten des Wirbelsystems hervorgewachsen sind.

D. b. a. w. α. χ. t. h. Wie in Fig. 3.

β. Die Rückenplatte.

δ. Die Visceralplatte.

a. Der Rest des Keimhügels.

Fig. 5. Durchschnitt eines etwas älteren Embryo, dessen Urhälften des Central-Nervensystems schon sehr nahe aneinander gerückt sind. Die Lücke unter dem Keimhügel hat sich bedeutend verkleinert.

D. u. α. w. h. β. δ. b. Wie in der vorangegangenen Figur.

γ. Die Trennungsspalte zwischen Dotter und Hautsystem.

λ. Die kleine Stelle, wo das Hautsystem den Dotter noch nicht umwachsen hat.

Fig. 6. Durchschnittsfläche eines Embryo, der die Ei-Hüllen kürzlich verlassen hat. Die Bezeichnungen stimmen im Allgemeinen mit denen in Fig. 5. überein.

t. Die zur Röhre des Central-Nervensystems abgeschlossene Rückenfurche.

λ. Die *Membrana reuniens superior* des Hautsystems.

n. Die *Membrana reuniens inferior*.

b. Die kaum noch angedeutete Lücke des Dotters.

z. Die Stelle, wo die *Chorda dorsalis* an der unteren Fläche des Central-Nervensystems liegt, und wo die Urplatten des Wirbelsystems bald auch oberhalb der Wirbelsaite sich vereinigen. Gegenwärtig befindet sich die *Chorda dorsalis* mit dem Central-Nervensystem zusammen in der oberen Wirbelröhre.

ζ. Die unterhalb der *Chorda dorsalis* schon erfolgte Vereinigung der Urplatten des Wirbelsystems.

f Durchschnitt des Ausführungsganges der Wolff'schen Körper.

Fig. 7. Durchschnitt eines Frosch-Embryo, bei welchem schon der Darmhautsack in der Bauchhöle gebildet ist. Die Bezeichnungen bleiben dieselben, wie in Fig. 6.

λ. Die von dem Hautsystem in der *Membrana reuniens superior* entwickelte Flosse.

x. Die Stelle, wo die Rückenplatten in der Vereinigung begriffen sind.

ϰ. Die oberhalb der Wirbelsaite erfolgte Vereinigung der Urplatten des Wirbelsystems.

χ. Die Wirbelsaite selbst liegt nun gesondert von dem Central-Nervensystem in einer Röhre, die von den Urplatten des Wirbelsystems durch Vereinigung des inneren, oberen und inneren unteren Randes gebildet wird. An der Bildungsmasse der Wirbelsaite läfst sich gegenwärtig keine eigne Scheide im Gegensatz zur Kernmasse darstellen.

v. Der Darmhautsack, welcher sich in der Bauchhöle von dem Dotter abgesondert und entwickelt hat.

γ. Die Begrenzung des Dotters.

u. Die Umhüllungshaut.

Fig. I.—XVI. Die Durchschnitte zur Entwickelungsgeschichte des Hühnchens.

Der Embryo ist überall von dem Dotter entfernt, und von den Höfen besonders die *Area pellucida*, der Fruchthof, berücksichtigt. Das Centrum der *Membrana intermedia* unterscheidet sich durch gröbere, die Schleimhaut durch feinere, punktirte Manier. Die Umhüllungshaut ist durch einzelne, aneinander gereihte Punkte, die Rindenschicht des Dotters in gleicher Art durch Kügelchen markirt.

Fig. I. Durchschnitt eines Hübner-Embryo, dessen *Membrana intermedia* schon vom Keimhügel abgesondert ist. In dieser Abbildung ist die ganze Ausdehnung im Quer-Durchmesser berücksichtigt.

t. Primitive Rinne.

α. Die Urhälften des Central-Nervensystems.

u. Umhüllungshaut.

m. Die *Membrana intermedia*,

ϑ. das Centrum derselben, und

φ. der peripherische Theil.

χ. Wirbelsaite.

Fig. II. Ein Embryo, bei welchem schon die Hilfssysteme des animalen Central-Organs von der *Membrana intermedia* entwickelt sind; ungefähr in einem Alter mit dem in Tab. III Fig. 3. dargestellten. Der Durchschnitt ist hinter der abgeschnürten Kopf-Abtheilung der mittleren Membran geführt.

α. χ. u. m. ϑ. φ. Wie in Fig. I.

t. Die bei der Erhebung der Urhälften des Central-Nervensystems sich bildende Rückenfurche.

w. Die Urplatten des Wirbelsystems.

h. Die dickere Gegend in dem Centrum der *Membrana intermedia*, wo die Anlage des Hautsystems zu beiden Seiten der Urplatten des Wirbelsystems festzusetzen sind. Später bei der Amnionbildung lösen sich hier die Amnionplatten ab.

s. Die Anlage des assimilirenden Central-Organs, der Schleimhaut.

d. Die Rindenschicht des Dotters in der *Area vasculosa*.

Fig. III. Ein Durchschnitt von demselben Embryo, durch die abgeschnürte Kopf-Abtheilung der *Membrana intermedia* geführt. Die darüberliegenden Urhälften des Gehirns sind hier schon nahe der Vereinigung.

α. t. m. χ. u. Wie in Fig. II.

χ. Die Höle des abgeschnürten Kopftheiles der *Membrana intermedia*, worin weder die Schleimhaut ihre Ausbreitung erhalten, noch die Kopf-Abtheilung der Falten- oder Zottenhaut ist von der mittleren Membran abgesondert.

ρ. Die Rückenplatten mit dem noch nicht isolirbaren Hautsystem, welche dem sich erhebenden Central-Nervensystem nachfolgen, um nach der Vereinigung der Urhälften des letzteren die obere Wirbelröhre zuzuschliefsen.

t. Die Urplatten des Wirbelsystems liegen hier nicht trennbar mit der Bildungsmasse der mittleren Membran zusammen. Die Hilfssysteme des animalen Central-Organs sind im Allgemeinen in dem abgeschnürten Kopftheile der *Membrana intermedia* innig mit der Bildungsmasse der letzteren verwebt, da die Individualisation aller einzelnen Gebilde in dieser Gegend gemeinschaftlich in die nächste Beziehung zum entsprechenden Central-Nervensystem gestellt ist.

Fig. IV. Ein Durchschnitt aus der Gegend, wo die *Membrana intermedia* von dem hinteren Rande der abgeschnürten Kopf-Abtheilung als Kopfkappe nach vorn sich umbeugt. Die Kopfscheide des Amnion ist in der Entwickelung begriffen. Vergleiche hierzu Tab. III. Fig. 5.

u. α. β. χ. m. χ. Wie in Fig. III.

a. Die zum Kanale des Central-Nervensystems abgeschlossene Rückenfurche.

λ. *Membrana reuniens superior.*

r. Lumen des vordersten Herz-Endes.

s. Die Schleimhaut.

d. Rindenschicht des Dotters in der *Area vasculosa.*

u. Der Theil der Umhüllungshaut, welcher als Falte von der sich erhebenden Kopfscheide des Amnion emporgetragen wird.

k. Die Amnionplatte, welche sich zur Kopfscheide entwickelt und in der Trennung von dem Centrum der *Membrana intermedia* (Bauch-Abtheilung) begriffen ist.

t. Die Gegend, wo die Trennungsspalte zwischen Amnion und *Membrana intermedia* sich markirt.

Fig. V. Ein Durchschnitt aus der Mitte der Bauch-Abtheilung, wo gleichfalls die Lostrennung der Amnionplatten vor sich geht.

χ. Ein feiner Schatten, welcher die sich bildende Trennungsspalte zwischen den Amnionplatten (*Membrana reuniens inferior* des Bauches) und der nach unten zurückweichenden *Membrana intermedia* anzeigt.

t. Ein Schatten, durch welchen sich die Rückenplatten vom Hautsystem abgrenzen.

c. Lumen des Dottervenenstammes

a. Lumen des End-Astes der Aorta.

Die übrigen Bezeichnungen sind aus dem Vorhergehenden leicht zu ersehen.

Fig. VI. Ein ähnlicher Durchschnitt von einem etwas älteren Embryo. Die meisten Bezeichnungen stimmen mit denen in Fig. V. überein.

h. Das Hautsystem an der oberen Wirbelröhre, übergehend in das Hautsystem der unteren, welches als Amnionplatte sich abgesondert und erhoben hat.

k Die Amnionplatte.

χ. Auf der linken Seite ist die Trennungsspalte zwischen Amnionplatte und *Membrana reuniens* (χ) schon zur Lücke geworden.

Fig. VII. Ein ähnlicher Durchschnitt von einem in der Entwickelung weiter vorgeschrittenen Embryo. Die Bezeichnungen sind dieselben geblieben.

k. Die Amnionplatten sind vollständig von dem Centrum der *Membrana intermedia* durch eine Lücke getrennt, und haben ihre Enden bereits aufwärts gerichtet.

λ. Die Lücke zwischen Amnionplatte und dem Centrum der *Membrana intermedia*, welche zur Bauchhöle wird.

Fig. VIII. Ein Durchschnitt ungefähr aus derselben Gegend, wie der in Fig. VII., von einem älteren Embryo. Die Bildung des Amnion ist schon weit vorgeschritten; die Wolff'schen Körper sind in der Entwickelung begriffen. Die Bezeichnungen der vorhergehenden Figuren wiederholen sich.

t. Die von der Amnionplatte aufwärts getragene Falte der Umhüllungshaut.

k. Die Amnionplatten haben sich schon über den Rücken des Embryo erhoben und ziehen mit der Umhüllungshaut die daran festsitzende *Area vasculosa*, ja selbst das Centrum der *Membrana intermedia* mit sich.

λ. Die Lücke der künftigen Bauchhöle.

f. Die Wolff'schen Körper, welche innerhalb der bezeichneten Lücke (λ.) von der neuen Oberfläche der Bauch-Abtheilung der *Membrana intermedia* zu beiden Seiten der End-Aeste der *Aorta* sich entwickeln.

c. Der Hauptstamm der Dotter-Arterien, *Arteria omphalo-mesaraica.*

Fig. IX. Ein Durchschnitt, welcher mehr nach dem Kopf-Ende, gleich hinter dem Herzen, durch den Embryo gemacht worden ist. Das Amnion ist fertig gebildet, und die Visceralplatten, sich an dasselbe haltend, treten hervor. Bemerkenswerthe Bezeichnungen sind:

i. Die Amnionhülle, deren Höle von dem abgeschnürten Theile der Umhüllungshaut (u.) ausgekleidet wird. Der freie Theil der Umhüllungshaut, die von v. Bär genannte seröse Hülle.

β. Gegend der Rückenplatten.

δ. Die der Visceralplatten, welche, an die Basis des Amnion (*Membrana reuniens inferior* des Bauches) sich haltend, allmählig jetzt hervorwachsen.

o. Die Aorta, aus den beiden Hauptstämmen der Aortenbogen zusammengesetzt.

γ. Der verwachsene Theil der Seitenplatten des Centrum der *Membrana intermedia*, das Mesenterium darstellend.

Fig. X. Ein Durchschnitt aus der vorderen Bauchgegend von einem Embryo, bei welchem der Abschnürungsprozefs des Centrum der *Membrana intermedia* in der Bauch-Abtheilung seinen Anfang nimmt. Die Bezeichnungen wiederholen sich.

t. Die Stelle an den Wolff'schen Körpern, wo der Ausführungsgang der letzteren, ferner die *Vena cardinalis* (*cava inferior*) *Rathk.*, und später der Ausführungsgang der Geschlechts-Organe sich befinden.

ζ. Die Seitenplatten des Centrum der *Membrana intermedia* (v. Bär's Darmplatten).

Fig. XI. Der Durchschnitt ist gleich hinter dem Herzen geführt. Der Embryo ist etwas älter, als der Fig. X.

λ. Die vordere Extremität.

v. Das abgeschlossene Centrum der *Membrana intermedia* in der Bauch-Abtheilung; es stellt jetzt die Darmhaut vor. In seiner Höle befindet sich die Schleimhaut.

Fig. XII. Ein Durchschnitt von einem etwas älteren Embryo, gleich hinter dem dritten Visceralbogen durchgeführt.

t. Das Lumen der *Vena jugularis.*

a. Das Lumen des gemeinschaftlichen Stammes der Aortenbogen.

b. Der dritte Visceralbogen.

γ. Gegend, wo der Aortenbogen an der inneren Wand des Visceralbogens verläuft.

r. Das daranhangende Herz.

λ. Die Faltenhaut, welche frühzeitig in der Höle des abgeschnürten Kopftheils der *Membrana intermedia* sich absondert.

Fig. XII. Ein durch die Leber-Gegend gleich hinter dem Herzen geführter Durchschnitt eines Embryo, bei welchem die Abschliefsung der Bauchhöle schon bedeutend vorgeschritten ist. Die Wolff'schen Körper haben sich aus dieser Gegend schon zurückgezogen, daher sie an der Durchschnittsfläche nicht zu sehen sind.

λ. Die vordere Extremität.

p. Die Anlagen der Lungen mit einem Gefäfslumen.

γ. Mesenterium.

h. Magenhöle.

t. Linker Leberlappen.

l. Leber mit dem grofsen Gefäfslumen der Vene, welche aus der *Vena omphalo-mesaraica* zu ihr gelangt.

n. *Membrana reuniens inferior.*

Fig. XIV. Ein etwas weiter nach hinten gemachter Durchschnitt von einem älteren Embryo. Die Lungen reichen bis hierher nicht; die Wolff'schen Körper aber sind vorhanden. Die Bezeichnungen wiederholen sich.

v. Darmhaut des Muskelmagens.

f. Wolff'sche Körper.

χ. Die Wirbelsaite, schon sehr verkümmert.

Fig. XV. Ein Durchschnitt von demselben Embryo, doch etwas weiter nach vorn gemacht, wo die Wolff'schen Körper und die Lungen zugleich gesehen werden.

o. Die Aorta.

λ. Anheftungsstelle der oberen Extremität an der Leibeswand.

p. Lungen.

f. Wolff'sche Körper.

n. *Membrana reuniens inferior.*

Fig. XVI. Ein Durchschnitt desselben Embryo aus der Gegend, wo man die Milz in ihrer Lagerung gewahrt.

λ. Die Milz, aus dem Mesenterium entwickelt.

γ. Das Mesenterium.

c. *Arteria omphalo-mesaraica.*

e. *Vena omphalo-mesaraica.*

FÜNFTE TAFEL.

Längen-Durchschnitte zur Entwickelungsgeschichte des Hühnchens gehörend. Auch hier ist, die Fig. 1.—3. ausgenommen, vorzugsweise der Fruchthof berücksichtigt.

Die Längen-Durchschnitte sind schematisch dargestellt. Der Zweck derselben ist, abgesehen von dem Lagerungs-Verhältnifs der Hauptgebilde und der *Membrana intermedia* in

der Längen-Axe, besonders noch der, den Abschnürungsprozefs und das Verhalten des Gehirns zu der abgeschnürten Kopf-Abtheilung der mittleren Membran zu vergegenwärtigen. Die Wirbelsaite habe ich, um die Konturen übersichtlicher zu machen, nicht angedeutet.

Fig. 1. Längen-Durchschnitt von den Anlagen des Hühnchens in ihrer ganzen Ausdehnung. Die *Membrana intermedia* ist bereits vorhanden, doch der Kopftheil derselben noch nicht abgeschnürt.

u. Die Umhüllungshaut.

α. Das Central-Nervensystem.

m. Die *Membrana intermedia* (Centrum),

φ. der peripherische Theil derselben.

Fig. 2. Durchschnitt von einem Embryo, bei welchem der Kopftheil der *Membrana intermedia* abgeschnürt ist. Die Schleimhaut-Anlage fehlt noch.

c. Der abgeschnürte Theil des Centrum der *Membrana intermedia.*

t. Die Höle der abgeschnürten Kopf-Abtheilung der mittleren Membran, welche sich in der Mund- und Schlundhöle, sowie in dem *Oesophagus* erhält.

e. Die nach vorn wieder zurückgehende Fortsetzung des abgeschnürten Centrum der *Membrana intermedia*, v. Bär's Kopfkappe.

u. α. m. φ. Wie in Fig. 1.

Fig. 3. Durchschnitt eines Embryo, dessen erste Grundlage vollständig vorhanden ist. Wir haben das Central-Organ des animalen Systems, das Central-Nervensystem, ferner das Central-Organ des vegetativen Systems (Darmsystem), die Schleimhaut, endlich zwischen diesen beiden das Centrum der *Membrana intermedia*, welche das Leben der beiden Central-Organe sowohl während der Entwickelung, als auch nachher, durch die Bildung aller assistirenden Systeme und Organe für das Geschlechtsleben, vermittelt. Vergleiche hierzu Tab. III Fig. 2.

s. Die Anlage der Schleimhaut. Sie hat ihre Lagerung an der scheibenförmig sich ausbreitenden Bauch-Abtheilung des Centrum der *Membrana intermedia* erhalten.

t. Die Stelle der Schleimhaut vor dem Eingange in die abgeschnürte Kopf-Abtheilung der mittleren Membran, welche bald verkümmert, und die Oeffnung für die spätere *Cardia* macht. (*Fovea cardiaca.* C. F. Wolff.)

ζ. Das Centrum der *Membrana intermedia*, welches sich scheibenförmig für die Bauch-Abtheilung ausbreitet. Die Kopfkappe e. gehört noch dazu, so dafs die Scheibe also am Eingange in den abgeschnürten Kopftheil tiefer liegt, und durchbrochen ist.

d. Die Rindenschicht des Dotters in der *Area vasculosa.*

m. α. u. e. φ. Wie in Fig. 2.

c. Die Uebergangsstelle der abgeschnürten Kopf-Abtheilung der mittleren Membran in die v. Bär'sche Kopfkappe, wo das Herz mit seiner Hülle sich entwickelt.

Fig. 4. Durchschnitt eines Embryo, welcher auf gleicher Bildungsstufe mit dem, in Tab. III. Fig. 5. dargestellten sich befindet. Das Herz ist entwickelt; die Kopfscheide des Amnion in der Bildung begriffen.

u. α. m. s. φ. Wie in Fig. 3.

k. Die von der *Membrana intermedia* sich absondernde und erhebende Amnionplatte für die Kopfscheide.

c. Der zurückbleibende Theil des Centrum der *Membrana intermedia.*

λ. Die zwischen Amnionplatte und *Membrana intermedia* entstandene Lücke.

r. Das Herz mit seiner Hülle, scheinbar die Höle des abgeschnürten Kopftheiles der *Membrana intermedia* erweiternd.

w. Die Urplatten des Wirbelsystems, welches auch in den folgenden Abbildungen mit derselben Kontur dargestellt ist.

c. Das noch unausgebildete Schwanz-Ende des Embryo, wo die einzelnen Gebilde nicht gesondert erscheinen und nur Bildungsmasse angehäuft ist, die hüglig nach unten hervortritt.

Fig. 5. Der Durchschnitt eines Embryo, bei welchem die Kopfscheide des Amnion gebildet ist, und auch die Amnionplatte für die Schwanzscheide sich von der *Membrana intermedia* abzusondern beginnt. Es lassen sich zwei Aortenbogen wahrnehmen. Das Gehirn ist im Wachsthum nach vorwärts begriffen.

α. w. ζ. s. c. φ. d. r. Wie in Fig. 4.

a. Die beiden in der Seitenwand des abgeschnürten Kopftheils der *Membrana intermedia* verlaufenden Aortenbogen.

o. Die Aorta.

z. Die abgeschnürte Kopf-Abtheilung der *Membrana intermedia.*

γ. Die Partie des Gehirns, welche bereits über die abgeschnürte Kopf-Abtheilung der *Membrana intermedia* hinübergewachsen ist.

k. Die Kopfscheide des Amnion, und die sich ablösende Amnionplatte der Schwanzscheide.

n. Der, den sich erhebenden Amnionplatten nachfolgende, Theil der *Area vasculosa.*

e. Die Höle der Amnionscheide.

Fig. 6. Durchschnitt des hintersten Theiles eines Embryo, bei welchem die Schwanzscheide des Amnion in ihrer gröfsten Entwickelung vorhanden, und auch der Schwanz des Embryo hervorgewachsen ist.

w. α. n. m. o. s. k. φ. Wie in Fig. 5.

z. Der Schwanz des Embryo, in die Höle der Schwanzscheide des Amnion frei vortretend.

e. Die Höle der Schwanzscheide des Amnion.

ζ. Der Theil des Centrum der *Membrana intermedia*, welcher nach der Absonderung der Amnionplatte nach unten zurückweicht, und eine Lücke (λ.) macht, in welcher die ersten Anlagen der Allantoide sich entwickeln.

λ. Die Lücke zwischen Amnionplatte und dem nach unten zurückweichenden Centrum der *Membrana intermedia*, welche in die Bauchhöle verwandelt, und wo um die jetzige Zeit schon das Hügelpaar der Anlage für die Allantois vorgefunden wird.

c. Der an der Schwanzscheide des Amnion hier noch festhaftende peripherische Theil der *Membrana intermedia.*

Fig. 7. Durchschnitt eines Embryo, bei welchem das Amnion fertig gebildet ist, die Allantois als Bläschen aus der jetzt nur noch angedeuteten Bauchhöle (Rinne) hervordringt, der Abschnürungsprozefs des Centrum der *Membrana intermedia* an der Bauch-Abtheilung von dem peripherischen Theile derselben begonnen hat, und die Anlage der Leber vorgefunden wird. Das Gehirn hat sich ganz, und der angrenzende Theil des Rückenmarks zum Theil mit der entsprechenden Hülle über die abgeschnürte Kopf-Abtheilung der mittleren Membran hinübergezogen; die individuelle Ausbildung der letzteren ist schon wahrzunehmen. Das Herz scheint unter dem Gehirn seine ursprüngliche Lage zu haben, befindet sich jedoch jetzt, wie gleich bei seiner Entstehung und auch später, an derjenigen Stelle, welche der vorderen Spitze der Bauchhöle entspricht.

α. w. u. s. o. γ. ζ. d. r. Wie in den früheren Abbildungen.

u. Die Umhüllungshaut, theils aufserhalb als v. Bär's seröse Hülle, theils abgeschlossen in der Amnionhöle.

i. Das Amnion,

k. die Höle desselben.

δ. Gegend der Vierhügelblase des Gehirns. (Blase des *Aquaeductus Sylvii.*)

β. Die von den Grofshirnzellen schon etwas unterdrückte Blase des dritten Ventrikels (erste Gehirn-Abtheilung).

λ. Die Stelle an der Basis des Schädels, welche kräftiger nach aufwärts hervorwächst und der Gegend der *Processus clinoidei posteriores* entspricht. — Von hier ab wird die Wirbelsaite von den Urplatten des Wirbelsystems auch oberhalb umwachsen. Vergleiche hierzu Tab. II. Fig. 16. und 18. Es ist hier zugleich die Gegend der Gesichtskopfbeuge, welche an der unteren Fläche der Schädelbasis in reinerer Form wahrgenommen wird.

x. Der Theil der Schädelbasis, welcher die Wirbelsaite niemals umschliefst.

γ. Der Nackenhöcker der höheren Wirbelthier-Embryonen.

e. Der Bildungsfortsatz des Oberkiefers.

b. Durchschnittsfläche des ersten Visceralbogens, der bis jetzt allein vollständig gebildet ist.

z. Die Höle des abgeschnürten Kopftheils der *Membrana intermedia*, die Mundhöle zunächst entwickelnd.

a. Die in der Wand der abgeschnürten Kopf-Abtheilung der *Membrana intermedia* verlaufenden drei Aortenbogen.

n. Das Bläschen der Allantoide.

c. Der Schwanz des Embryo.

y. Die durch den Abschnürungsprozefs der *Membrana intermedia* in der Bauch-Abtheilung am vorderen Ende gebildete Höle, welche sich in dem Kanal des Magens erhält.

t. Die in gleicher Weise entstandene Höle für das Ende des künftigen Darmkanals.

l. Die Anlage der Leber, an der bei der Abschnürung an dieser Stelle entstehenden unteren Aufsenfläche der *Membrana intermedia* hervorwuchernd.

Fig. 8. Durchschnitt eines Embryo, bei welchem der Abschnürungsprozefs am Bauche sowohl für den Darmkanal, als für die untere Wirbelröhre schon bedeutend vorgeschritten ist.

i. k. o. w. α. γ. ζ. r. l. λ. n. y. t. s. d. φ. Sind aus dem Früheren zu ergänzen.

v. Die Bauch-Abtheilung der *Membrana intermedia*, in ihrer letzten Entwickelung zur Darmhaut begriffen.

g. Das Mesenterium.

a. Die in die Röhre des *Oesophagus* sich verwandelnde Höle des abgeschnürten Kopftheiles der *Membrana intermedia.*

z. Die schon fertig gebildete Mundhöle.

b. Durchschnittsfläche des Kiemendeckel-Fortsatzes vom zweiten Visceralbogen.

δ. Oberer Zwischenkiefer-Fortsatz, zum Oberschnabel sich entwickelnd.

c. — c. Haut-Nabel-Oeffnung.

c. — c. Darm-Nabel-Oeffnung mit dem *Ductus omphalo entericus.*

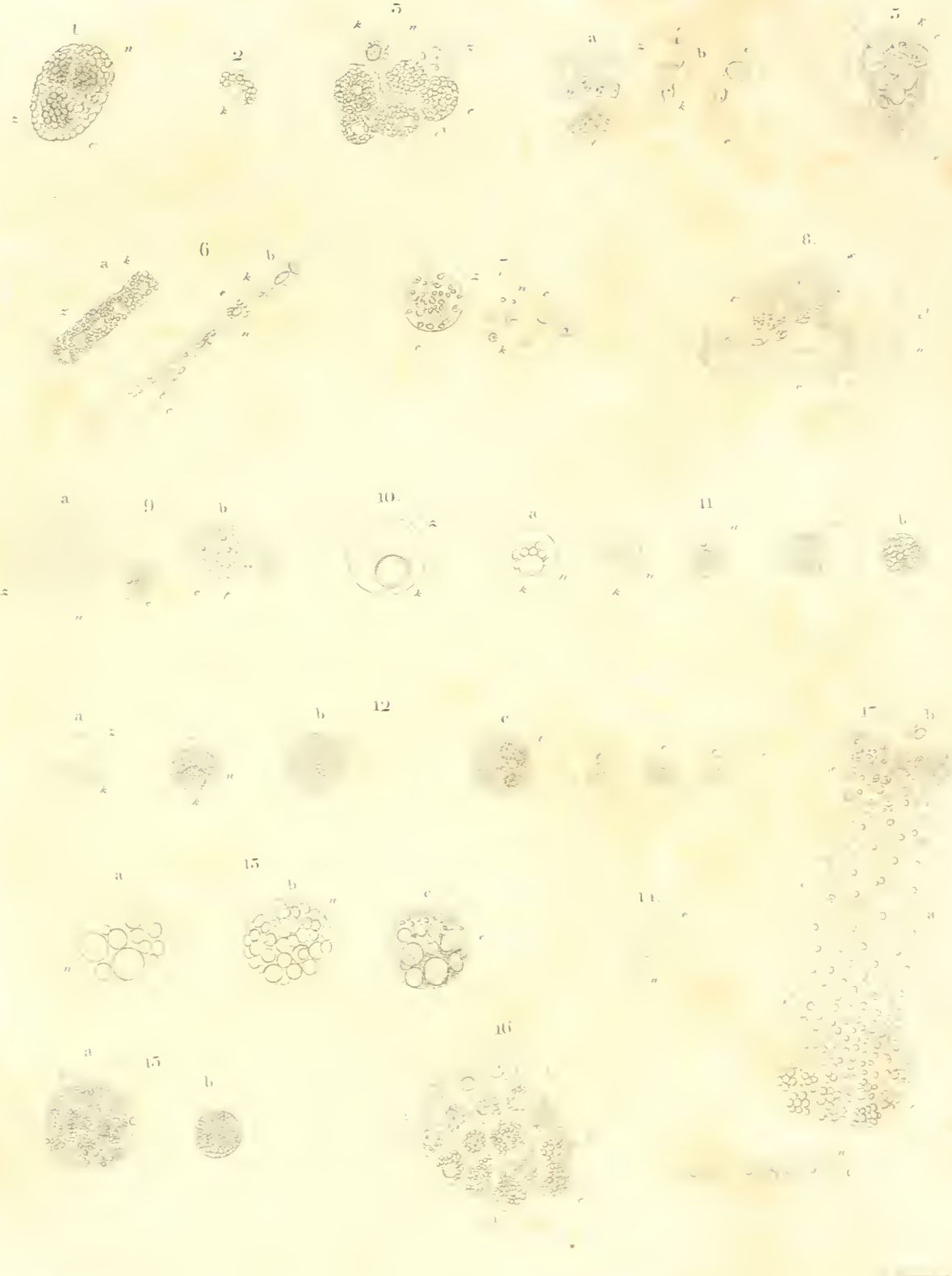
x. *Membrana reuniens inferior* der Bauch-Visceralhöle.

Gedruckt bei Julius Sittenfeld in Berlin.

Berichtigungen.

S. 91 statt Intercellular-Substanz l. Zwischen-Substanz.

Dasjenige, was S. 120 über die Bedeutung der ersten Gehirn-Abtheilung und der Grofshirnbläschen vermuthet worden, ist nach den Beobachtungen über die Entwickelung des Gehirns S. 215 ff. zu berichtigen.

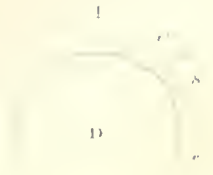


E. Reichert ad nat. del.

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24.

C. B. Reichert ad nat. del.

C. Ammand sc.


1
D

2
D

3
D

5
D

6.
D

I

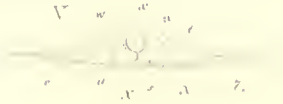
II

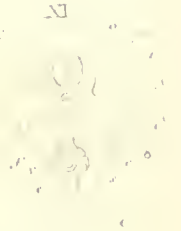
D

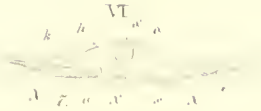
III

IV

V

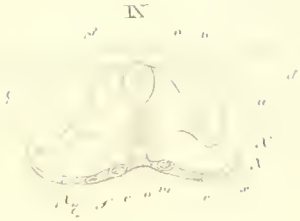

V


IX


VI

VIII

VII


IX

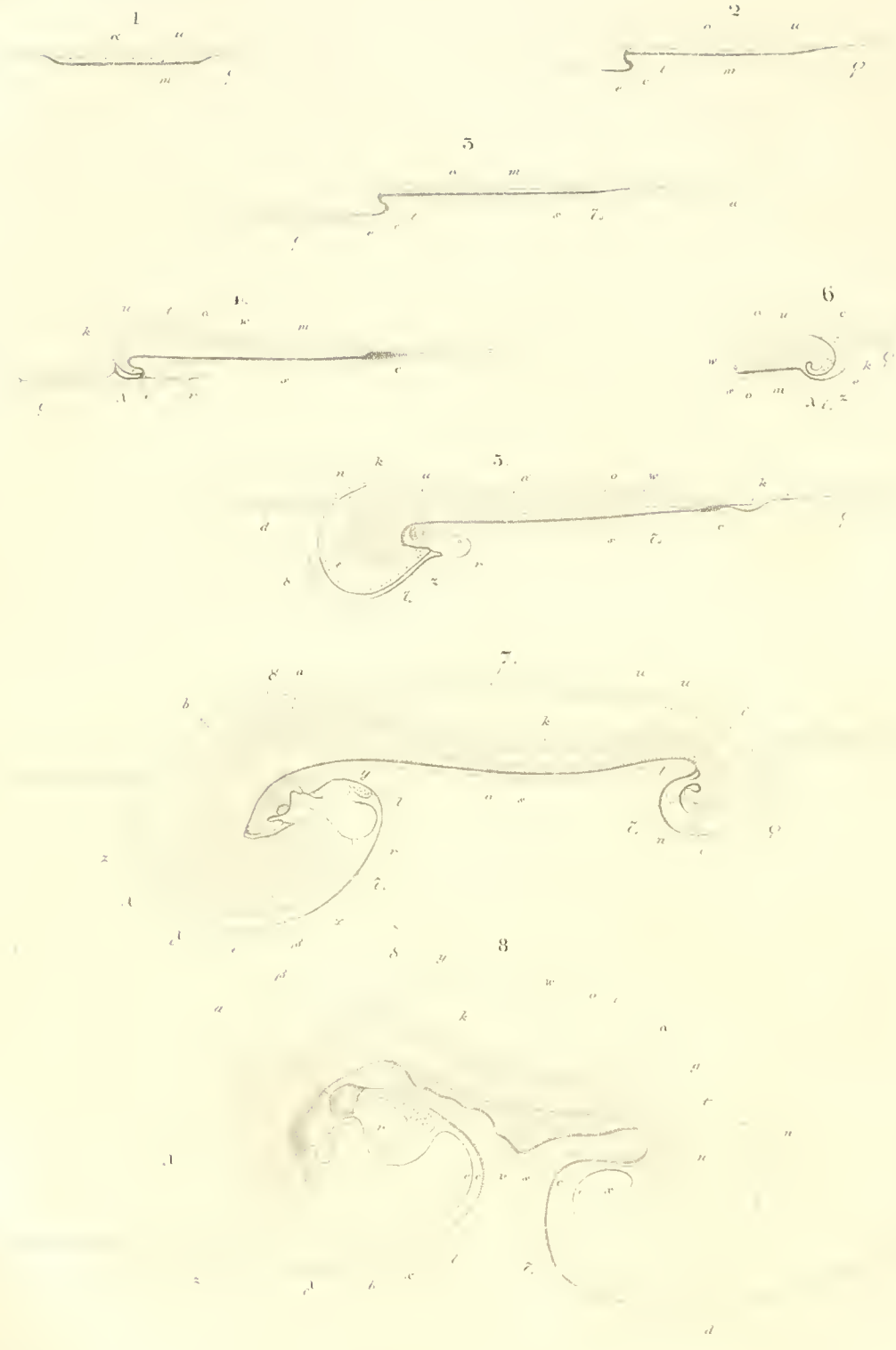
XII

XIII

XIV

XV

XVI



R. Reichert del.

C. Gumand sc.